

No. 21

ブルガリア共和国 マリツァ・イースト 第1火力発電所再建計画 予備調査報告書

ブルガリア共和国  
マリツァ・イースト  
第1火力発電所再建計画  
予備調査報告書

1995年1月

JICA LIBRARY  
J1124913(3)

国際協力事業団  
鉱工業開発調査部

05  
43  
LIBRARY

鉱調資  
95-017



1124913 (3)

ブルガリア共和国  
マリツァ・イースト  
第1火力発電所再建計画  
予備調査報告書

1995年1月

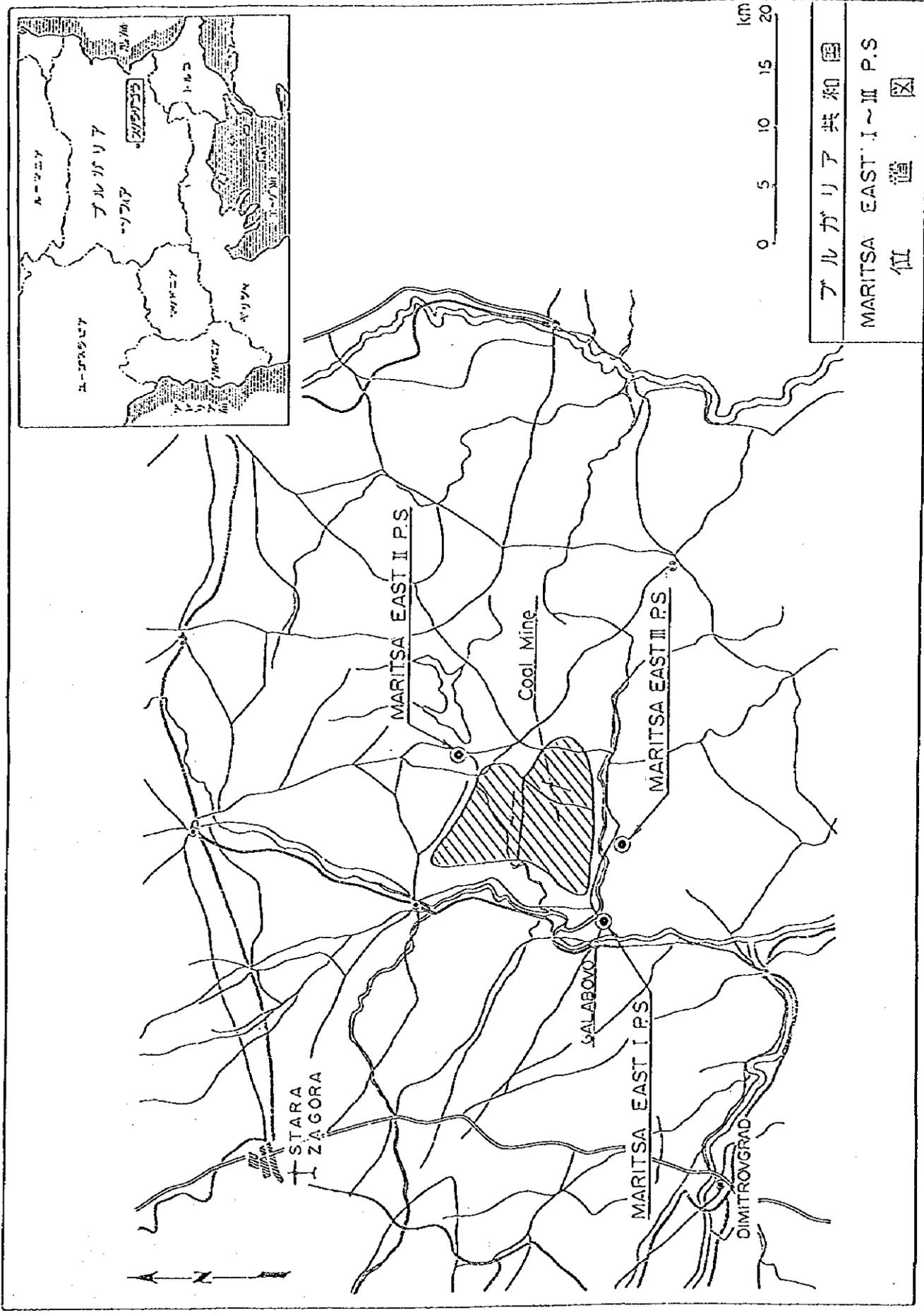
国際協力事業団  
鉦工業開発調査部

ブルガリア共和国

再設プラントサイト位置

◎	ソフィヤ	(SOFIA)	首都
●	ヴァルナ	(VARNA)	主要都市
●	ブルガリア	(BULGARIA)	国境
○	再設プラントサイト		再設プラントサイトの位置

1:1,000,000



ブルガリア共和国

MARITSA EAST I~III P.S

位置圖



写真-1 M/Mに署名  
(左側：シロマホフ副社長)  
(右側：荒川団長)

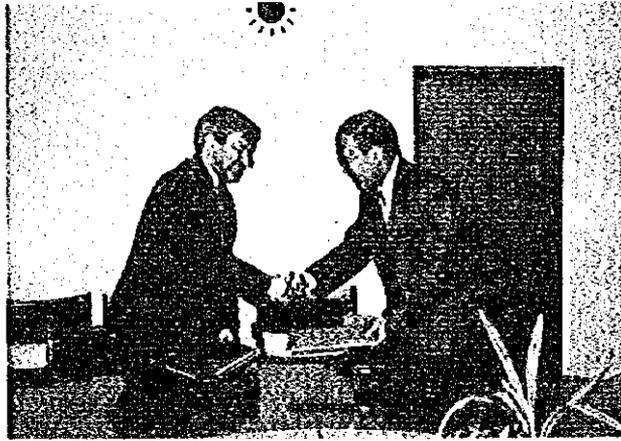


写真-2 M/Mの交換



写真-3 COEとの協議



写真-4 NEKとの協議

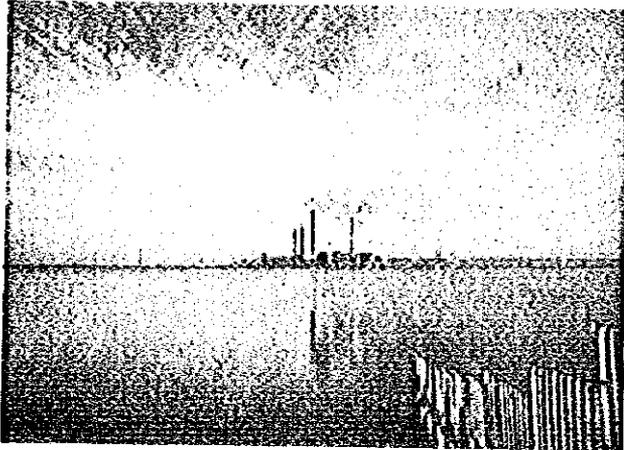


写真-5 ロソフクラデネツ湖からの  
第1発電所の遠景



写真-6 第1発電所正面ゲート  
(煙突:左側から石炭乾燥設備  
1~4号用, 5~6号用)

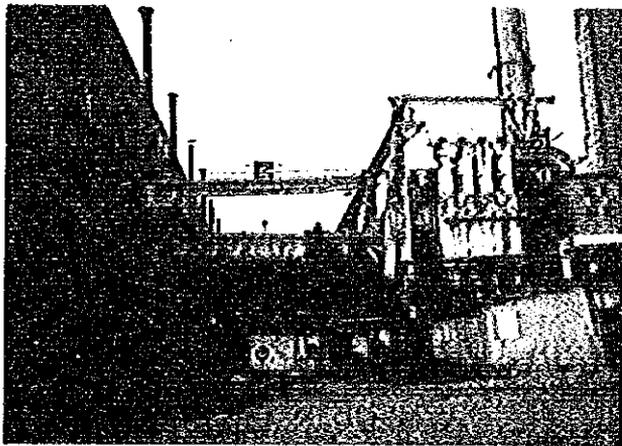


写真-7 第1発電所石炭乾燥設備  
(11号機位置)



写真-8 第1火力発電所石炭乾燥設備  
からの排煙



写真-9 第1発電所流動床ボイラ  
(テストプラント)

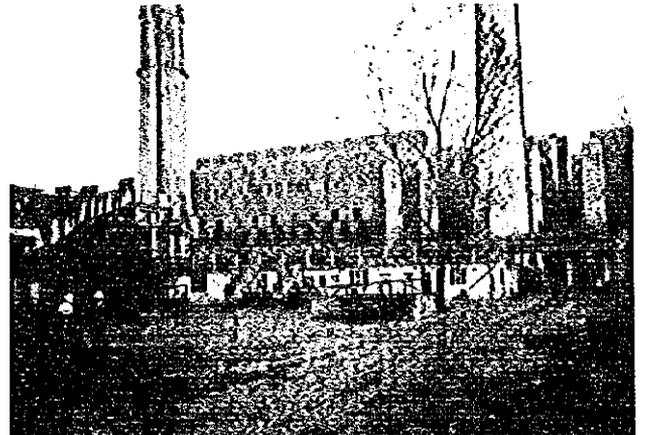


写真-10 第1発電所5, 6号機撤去工事  
(写真左側, 右側は1~4号機)

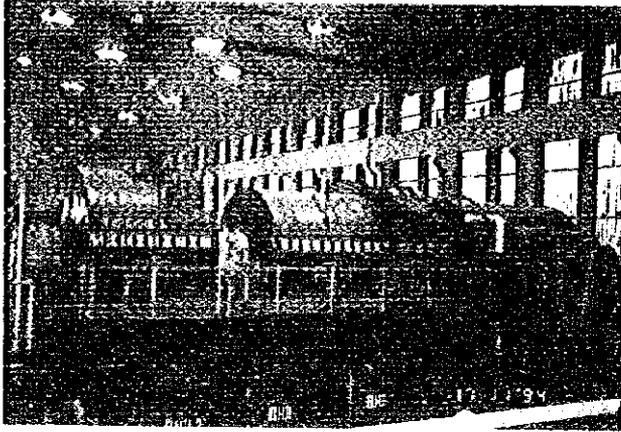


写真-11 第1発電所タービン発電機室

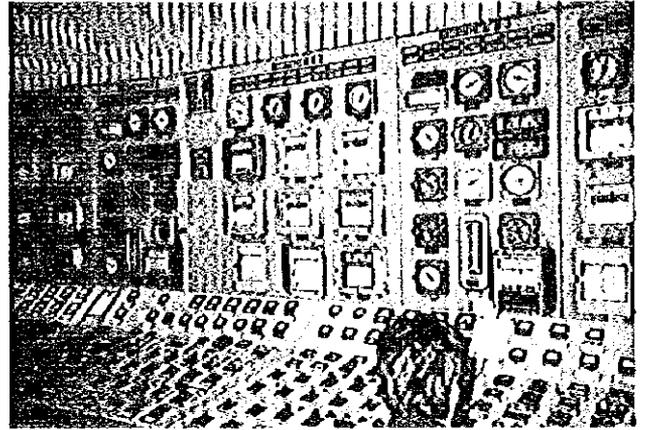


写真-12 第1発電所中央制御盤



写真-13 第1火力発電所貯炭場内にある  
トラキア人の居

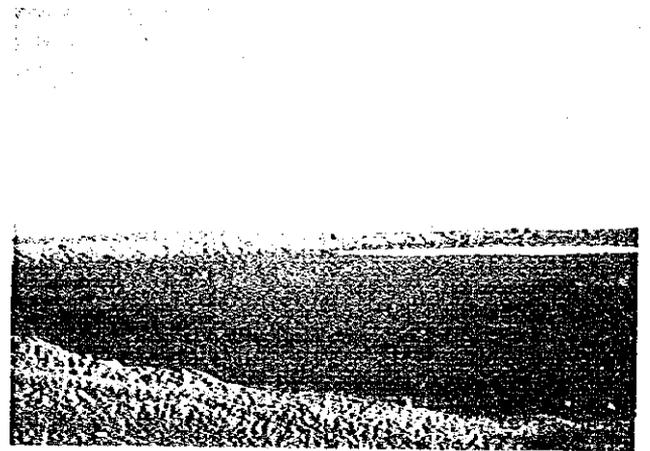


写真-14 第1発電所灰捨場と発電所遠景

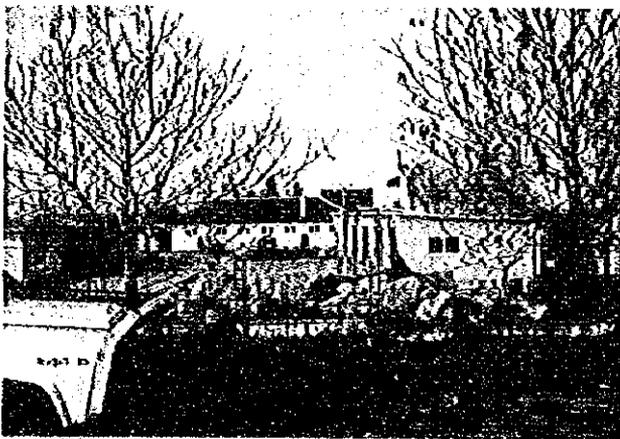


写真-15 ロソフクラデネツ湖畔の  
気象観測所

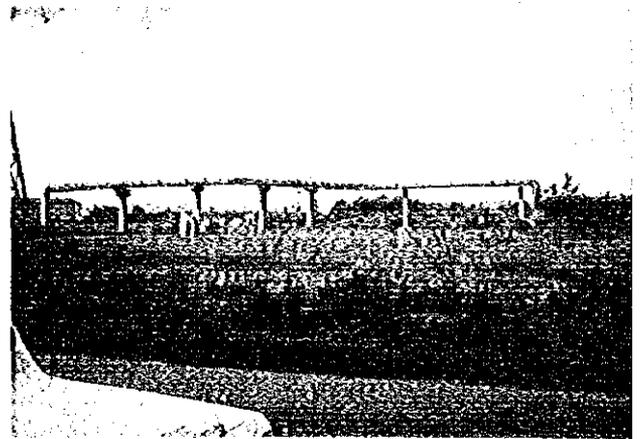


写真-16 第1発電所からガラギキ町への  
炭供給パイプライン

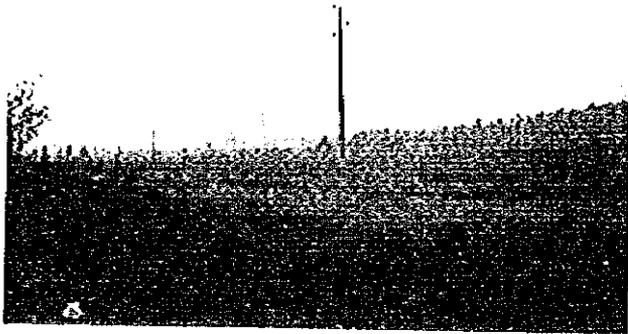


写真-17 第1発電所周辺の農耕地  
と発電所の遠景

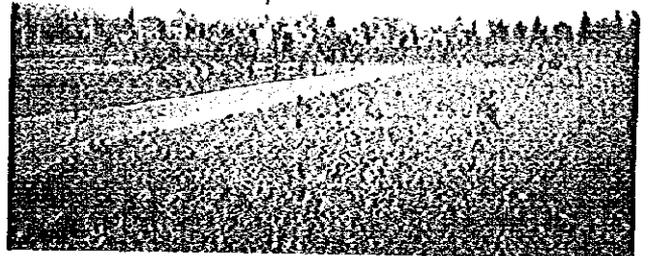


写真-18 ガラボボ町



写真-19 第2発電所正面ゲート

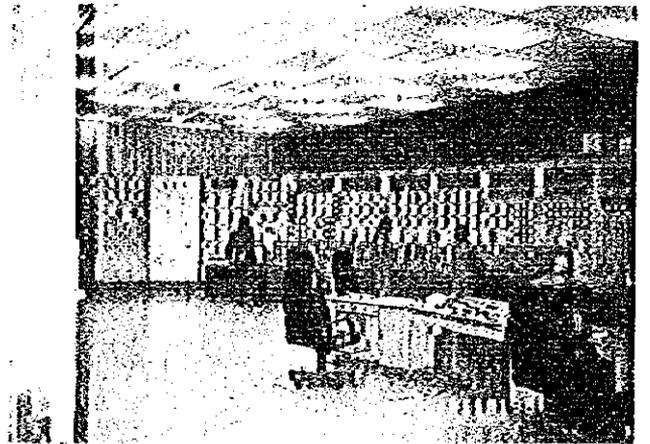


写真-20 第2発電所中制御室

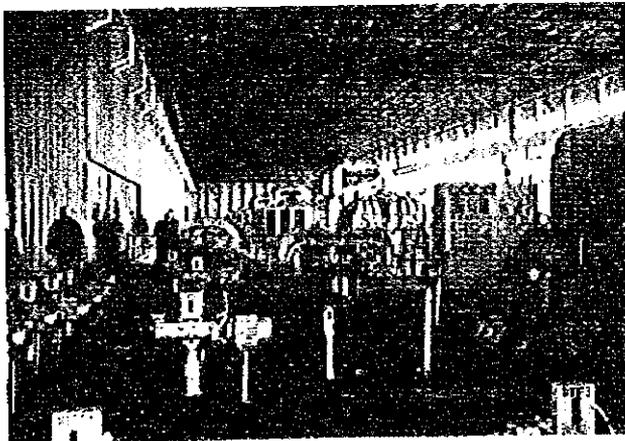


写真-21 第2発電所タービン発電機室

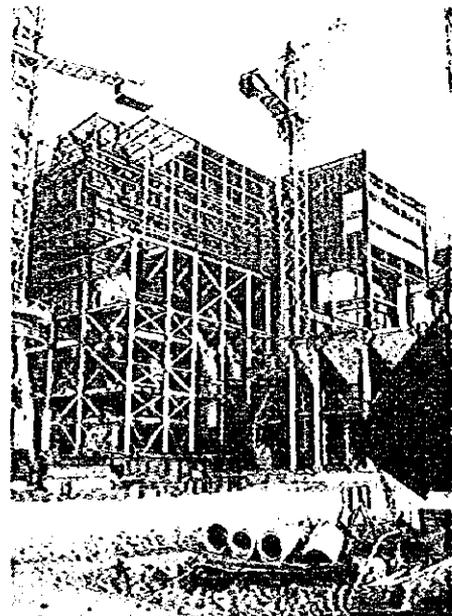


写真-22 第2発電所8号機  
工事中

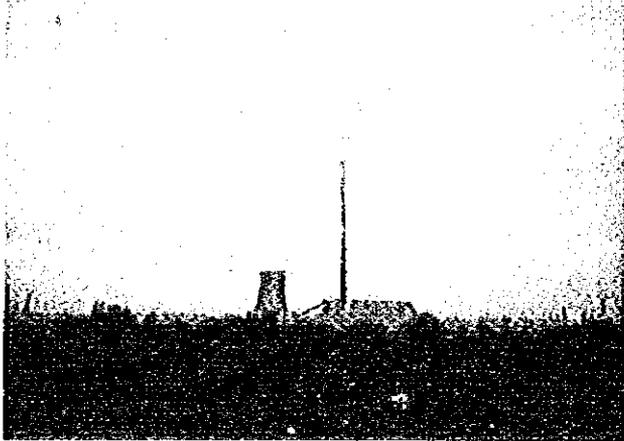


写真-13 第3発電所遠景



写真-14 第3発電所正面ゲート

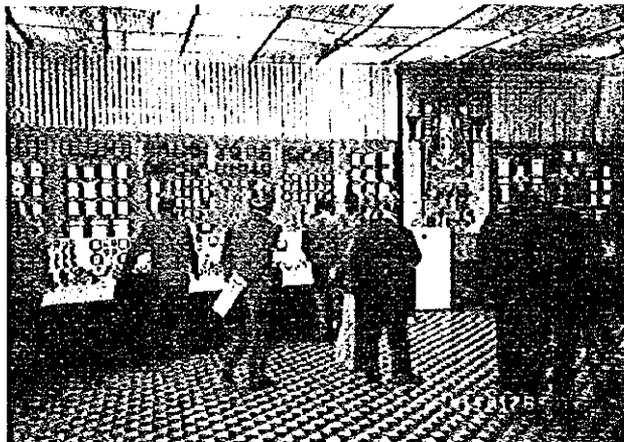


写真-15 第3発電所中央制御室

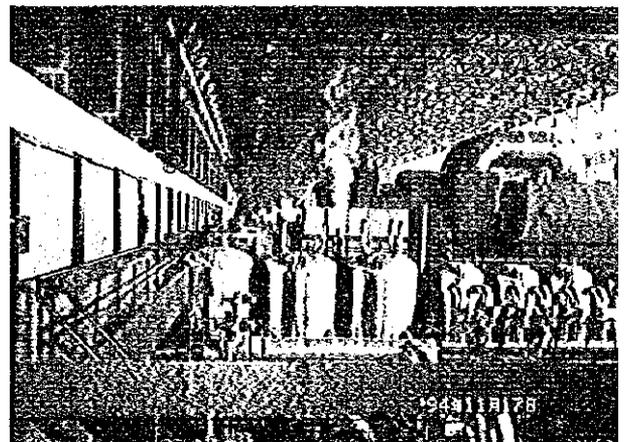


写真-16 第3発電所タービン発電機室

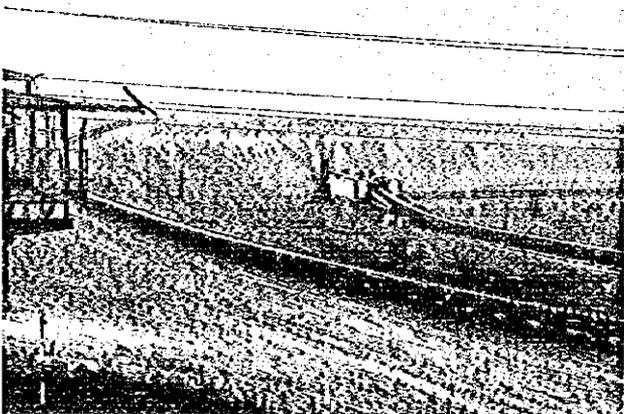


写真-17 トロヤノヴ第3炭鉱

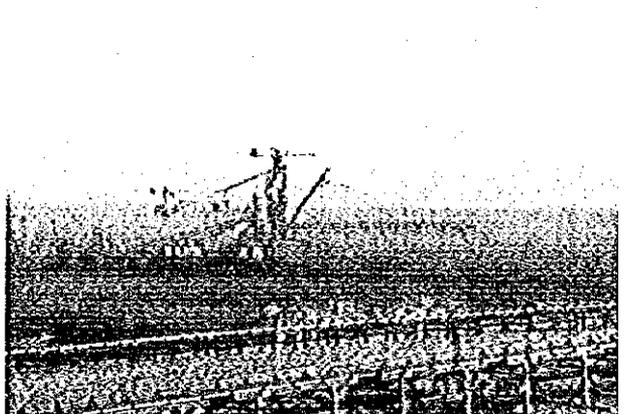


写真-18 トロヤノヴ第3炭鉱

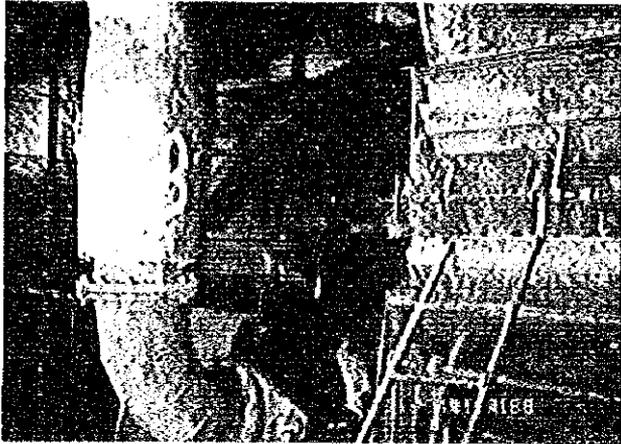


写真-19 プリケット工場リグナイト  
乾燥装置

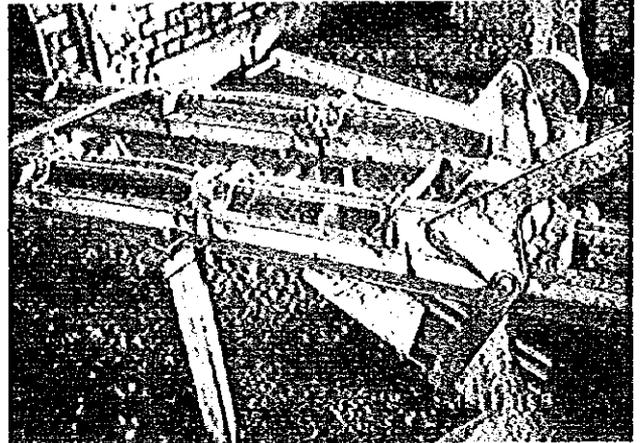


写真-10 プリケット工場プリケット  
成形品

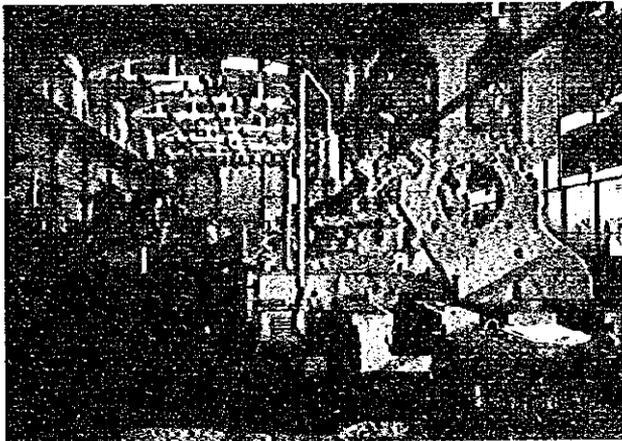


写真-11 エネルゴレメント社機械  
修理工場工作機械群  
(第1発電所に隣接)



写真-12 エネルゴレメント社ボイラ  
チューブ溶接機

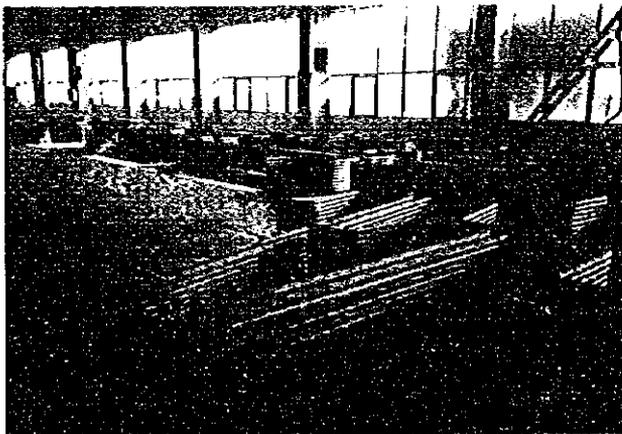


写真-13 エネルゴレメント社工場で作成  
されたボイラチューブ

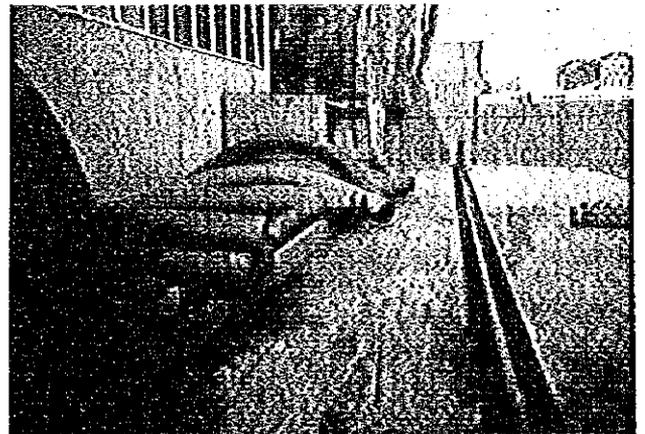


写真-14 エネルゴレメント社工場で加工  
された大口徑内湾パイプ



ブルガリア共和国  
マリツァ・イースト第1火力発電所  
再建計画 予備調査報告書

目 次

I. 調査団総合所感 .....	1
II. 総論 .....	5
1. 調査の目的 .....	7
2. 要請の背景・経緯 .....	7
3. プロジェクトの概要 .....	10
4. 調査団員構成 .....	10
5. 調査日程 .....	11
6. 主要面会者 .....	12
III. NEK協議 .....	15
1. 対処方針 .....	17
2. NEK他との協議内容 .....	21
3. 合意したM/Mの内容 .....	24
4. 合意したM/M .....	25
IV. 電力・エネルギー政策 .....	35
1. 電力・エネルギー関係機関・組織 .....	37
2. エネルギー政策 .....	37
3. 電力政策 .....	37
4. 電力事情 .....	41
5. 既存発電・送配電設備 .....	42
6. 電源開発計画 .....	42
V. 石炭調査 .....	45
1. 石炭関係組織 .....	47
2. 主な炭田 .....	47
3. 発電用炭 .....	49
4. トロヤノヴォ炭田 .....	49

VI. 第1発電所設備調査 .....	53
1. 設備概要 .....	55
2. 稼働経緯および実績 .....	56
3. 設備の老朽化、余寿命 .....	58
VII. 関連施設調査 .....	59
1. ブリケット工場 .....	61
2. 第2発電所 .....	62
3. 第3発電所 .....	63
4. 機械修理工場 .....	64
VIII. 環境対策調査 .....	65
1. 環境関係機関 .....	67
2. 環境関連法及び規制 .....	67
3. 環境基準と排出基準 .....	67
4. 第1発電所の環境状況 .....	68
5. 第2、第3発電所の環境状況 .....	70
6. プロジェクト概要表及び立地環境表 .....	71
IX. 第1発電所再建計画 .....	77
1. 関係諸国のアプローチ実績 .....	79
2. 設備再建の妥当性 .....	79
3. 再建計画の概要 .....	79
X. 事前調査の準備 .....	81
1. 本格調査実施上の留意点 .....	83
2. 本格調査の項目 .....	83
3. 本格調査期間 .....	84
4. 事前調査時の確認事項 .....	84
(資料)	
1. 主要面談内容 .....	89
2. 収集資料リスト .....	101
3. 質問書および回答 .....	107
4. 要請書 .....	129

## I. 調査団総合所感



## 1. 調査団総合所感

ブルガリアにおける電気事業は、政変の混乱を反映して電力需要が低迷する一方、設備の老朽化が進むとともに、コズロデュイ原子力発電所1号機及び2号機が安全上の問題から早晚停止せざるを得ないこと等から、脆弱なものになっている。また、環境対策についても、同国初の排煙脱硫装置（FGD）が現在建設中のマリツァ・イースト第2火力発電所8号機に設置することになったばかりであり、高硫黄分を含有しているリグナイト（褐炭）を燃料にしていることもあって、問題が多い。

本調査の対象となるマリツァ・イースト第1火力発電所は、当初1号機から6号機まで設置されていたが、5号機及び6号機（それぞれ150MW）については運転寿命を終え、現在取り壊し作業を行っている。また、1号機から4号機（それぞれ50MW）についても、運転はしているものの寿命末期にきている。環境面からは、1号機から4号機のボイラーからの排煙よりも、ボイラー燃焼器に送るリグナイトの乾燥工程から排出される公害物質の方がはるかに多く、他の発電所でも実施されたように乾燥工程を省略できるよう設備の改良を行うべきであるが（例えばファンミルの採用）、プラントの余寿命を考慮して改良工事は行われていない。

今回の調査で明らかになった先方の要請は、現在取り壊し作業中の5号機及び6号機の跡地に新しく350MWから400MWのプラントを設置するためのF/Sを行うことで、ユニット数、ボイラー形式等はF/Sにおける課題とされた。ボイラー形式については、従来型の微粉炭燃焼ボイラーだけでなく、脱硫装置を省略できる流動床ボイラー（FBC）も積極的に検討して欲しいとのことであった。また、現在の1号機から4号機は発電に加え、近隣のブリケット工場の加熱用及び地域暖房用に蒸気を供給しているが、新設のプラントからは地域暖房用の蒸気供給のみでよいとされた。

本格調査の重要な検討ポイントの一つは、環境基準をブルガリア国内基準及びEC基準に適合できるようにボイラー形式を決定することにあると考えられる。同国のリグナイトは硫黄分が高く、厳しい環境基準をクリアするためにはボイラー形式及び公害防止設備の組合せについて慎重な検討が必要である。FBCについては、日本も含めて運転実績に乏しく、可能な限り世界各国のデータを収集し、高硫黄分のリグナイトを脱硫しながら安定に燃焼可能かどうかを含めて詳細に検討する必要がある。

本格調査の調査期間については、先方はコズロデュイ原子力発電所1号機及び2号機の停止を考慮すると早期に代替電源を確保することから、可能な限り短縮して行って欲しいとしている。本調査の場合、調査に長期間を要する項目は環境データの収集及びリグナイトの燃焼試験であると考えられるが、前者についてはこれまでの同国における気象観測データの活用等により相当の短縮が見込まれ、後者については既存データの活用、D/D段階での実施等により短縮又は省略を検討することにより、調査期間の短縮はかなり可能であろう。

また、先方は本格調査の実施に際して、同国のコンサルタントであるエネルギープロジェクト社の活用を希望している。同社はエネルギー委員会傘下の企業で、これまで石炭火力発電所を含む電力設備の設計及び建設に係るコンサルタント業務を幅広く実施している。同国の石炭火力発電所が旧ソ連製であること、日本に例のないリグナイ

トを燃料として使用していること等から、本格調査に際して同社のデータ、ノウハウ等を活用することは有意義であると考えられる。

更に、マリッツァ・イースト第1火力発電所に隣接して発電所設備の修理・加工を行うエネルゴレモント社があり、同国内の発電所等向けに補修部品、設備等を供給している。かなり高度な加工機械を多数有する大規模な工場で、独のTUVの認定を受けた溶接技術も有している。新設するプラントの配管等の機械加工に際して、同社を有効に活用することはコストダウンに寄与すると考えられ、本格調査の際には同社の製造能力を十分勘案してコスト評価に反映すべきであると考えられる。

本調査は、JICAにとって東欧における初めての本格的な発電所F/S案件であるとともに、緊急性及び実現性の高いプロジェクトである。設備は旧ソ連製で古く、資金面での苦しさはあるものの、一部の発電所の計測制御機器に西欧製の自動化機器を導入していること、発電所の運転管理面でも努力がうかがえること等から、C/P及び関連会社の技術的レベルは比較的高いと考えられ、本格調査に際しては、先方の技術レベル、設備の状況等を十分に考慮した調査が望まれる。また、C/PはFBCについてこれまでかなりの調査を行っており、できれば新しいプラントに採用したい意向をもっているようである。しかしながら、本件については上述のように厳しい環境基準を勘案してFBCの採用が妥当かどうか慎重に検討する必要がある、仮にこれを採用しないとした場合には先方を説得できる十分なデータ等が必要であろう。

## II. 総論



## II. 総論

### 1. 調査の目的

#### (1) 目的

ブルガリア共和国（以下、「ブ」国）の要請（1994年1月12日）に基づき、火力発電所施設の老朽化、排煙による著しい環境汚染、稼働中の原子力発電所の停止予定、等の現状を踏まえ、マリツァ・イースト第1火力発電所（以下、第1発電所）において、「ブ」国産唯一の天然資源であるリグナイトを用い、環境基準に適合する経済的な発電所に建て替えるためのフィージビリティ調査を行うことを目的とする。

今回の調査団派遣は、先方政府・関係機関および当該発電所との協議、現地踏査および資料調査を行い、S/W署名の前提となる基本情報の収集および本プロジェクトの実施方針を策定するための予備調査である。

#### (2) 予備調査とした理由

- 1) 本件の要請機関である国営電力会社（以下、NEK）は、今回がJICAの開発調査を直接担当する最初の機会であり、JICA技術協力の詳細内容を説明する必要がある。
- 2) これまでに本件に関するJICA技術協力として、3回の短期専門家派遣がなされており、関連分野の情報は集積されているが、本件調査は専門家派遣とは異なって広範な情報が必要であり、S/W署名前にそれらを収集・整理しておく必要がある。
- 3) 上記専門家派遣の「ブ」国要請内容に対し、実際には着任後に異なった指導内容を要求された事実があり、必ずしも要請書が額面通りに受け取れない懸念がある。
- 4) 本件では、調査対象となる第1発電所設備（特にボイラ）の老朽化の程度の確認が最重要課題であり、その結果如何では調査のスコープが大幅に変更となり得る。
- 5) 以上の事柄より、いきなり事前調査に進むには不確定要素が多く、予備調査により相手側の理解を得、現状を詳細に調査し、本格調査内容・手法を構築した後にS/Wを締結することが適切であると考えられる。

### 2. 要請の背景・経緯

#### (1) 本件要請の背景

##### 1) 「ブ」国の電力需要

「ブ」国の電力需要は、1989年の政変以降、工業部門が極端に落ち込み（毎年8%減少）、産業用需要が民生用需要を割り込むといった逆転現象が生じている。しかしながら、今後の経済復興を考慮すると、将来に向けた需要増は確実と予想される。

##### 2) 「ブ」国の電力供給

電力供給面における設備容量は、全体で12,000MW程度を保有し、その構成比率は概ね、火力：53%、原子力：31%、水力：16%となっている。しかしながら、火力発電に関しては、ウクライナより輸入してきた石炭燃料が安定供給に欠けること、原子力発電に

関しては、コスロデュイ原子力発電所（以下、「コ」原発）の初期の設備2基(440MW×2)が安全性に欠けることから近い将来稼働停止を余儀なくされていること等、電力供給上の問題が多い。

### 3) 火力発電所の環境規制

現在「ブ」国で稼働中の火力発電所は、大半が旧ソ連製を主とする東欧の設備によるもので、環境に配慮していない。また、発電所側でも環境測定を行っておらず、設定された環境基準値（排出濃度、着地濃度共）を大幅に越えているため、発電所はペナルティーを支払って運転を継続している状態である。

### 4) マリツァ・イースト発電所群

首都ソフィアの東方約250kmにある「ブ」国第6の都市スタラザゴラ（人口約30万人）のさらに南東方約40kmに位置するマリツァ地域には、国内唯一のエネルギー源であるリグナイトを産出するドロヤノヴォ炭鉱があり、これを燃料に使用し稼働しているマリツァ・イースト発電所群が隣接している。ここには、第1～第3の3火力発電所があって、各々200MW、1,240MW、840MWの合計2,280MWの発電設備を有しており、「ブ」国の火力発電設備の約35%が集中している。

### 5) マリツァ・イースト第1火力発電所

本発電所は、1960年の運転開始後34年を経過しており、老朽化が著しく、主要機器であるボイラとタービンの金属疲労が進み、その余寿命が限界まできていることから、継続運転上できわめて深刻な状態に陥っている。また、燃料に使用するリグナイトの含有水分55%を低減するためのリグナイト乾燥工場を併設していること、サイクロンのみによる集塵のため集塵効率が60%と極端に低いこと、同発電所の排煙が環境基準を10倍超えてSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、煤塵を排出していること、隣接する民生用ブリケット工場へ450t/hおよび地域暖房用60t/hの蒸気を供給する責務があって本発電所の運転を停止することは不可能であること等、種々の問題となる要素を含んでいる。

### 6) 本件の要請

以上の現状を踏まえ、1994年1月12日、「ブ」国政府は我が国に対し、本件開発調査の実施を要請したものである。その目的は、当該リグナイトを用いて環境基準に適合する経済的な発電所に建て替えるためのF/Sの実施であり、具体的調査項目として、日本大使館作成の案件調書には以下の内容が列挙されている。

- ① 現在の電力需要および今後の需要予測
- ② 上記に基づく電力開発計画（「コ」原発停止後も考慮）
- ③ 現在の環境汚染測定および新発電所の排出濃度予測
- ④ 以上の結果を踏まえた経済的な新火力発電所の適正規模の計画
- ⑤ 新発電所の適正規模を満たすボイラの選定

## (2) 調査団派遣実績

本件に関する鉱工業開発調査部関係のこれまでの調査団派遣は以下のとおりである。

### 1) ブルガリア・チェコスロバキア鉱工業プロジェクト選定確認調査（JICA）

- ① 時期：1991年4月
- ② 団長：田守理事

③ 概要：調査団は次の2分野を「ブ」国側へ提案した。

- ・ 中小工場を対象にした省エネルギー計画
- ・ 石炭火力発電所大気汚染対策

「ブ」国側は可能なら両分野の協力を求めつつ、省エネの方が対象範囲が広く優先させたい旨の表明があり、「省エネルギー計画」調査を速やかに実施することとした。ただし、本調査団は第1発電所を訪問しており、以後の進展により「火力発電所」案件を採択する余地を残した。

## 2) 対東欧技術協力総合調査（海外コンサルティング企業協会）

① 時期：1993年5月

② 団長：足立技術協力課長（通産省）

③ 概要：我が国の協力分野、方法の可能性検討を目的に、エネルギー、運輸インフラ、農業、等の現状を調査した。調査団は第1発電所を訪問し、リグナイトの炭層、発電設備、環境問題、設備更新、工場管理能力、等について調査・検討を加えた。このうち、設備更新については、修理・修繕や設備追加を重ねるより、思い切って環境保全の可能な新設備を導入すべきとの結論を導いている。

## 3) ブルガリア鉱工業プロジェクト選定確認調査（JICA）

① 時期：1993年9月

② 団長：棚橋敏調部長

③ 概要：「製鉄所の環境対策および近代化」調査の要請を受け、新規案件の発掘もあわせて先方政府と協議を行ったが、その際、石炭火力発電所の環境対策についても検討が加えられ、重要な分野であるとの認識に立ち、何らかの協力可能性につき今後とも引き続き探究していくこととした。

## (3) 専門家派遣実績（JICA短期派遣専門家）

### 1) 公害防止（火力発電所）

① 時期：1992年3月（事前調整役1名：32日間、その他専門家4名：21日間）

② 団員：バブコック日立㈱2名、千代田化工建設㈱・バブ日立工業㈱・中外テクノス㈱各1名の計5名

③ 機関：エネルギー委員会（以下、COE）

④ 概要：火力発電所の環境対策の極端な遅れに鑑み、日本および先進国の脱硫技術の紹介、ならびにSO<sub>x</sub> / 煤塵の排出状況調査と測定技術指導を目的として、短期専門家5名が派遣された。

### 2) 送配電計画

① 時期：1993年10月（15日間）

② 団員：中部電力㈱・関西電力㈱各1名の計2名

③ 機関：COE、NEK

④ 概要：電力供給力の厳しい状況の中、停電に対し送配電ロスの低減が有力として、送配電計画に関する技術指導を目的として、短期専門家2名が派遣された。

### 3) 火力発電所環境改善計画

- ① 時期：1993年11月（15日間）
- ② 団員：中部電力㈱1名、電源開発㈱2名の計3名
- ③ 機関：COE、NEK
- ④ 概要：第1発電所の著しい老朽化に鑑み、流動床ボイラ等の導入等による環境対策も含んだ発電設備更新計画に関する技術指導を目的として、短期専門家3名が派遣された。この中で、専門家は本件F/Sに関するT/R（案）を作成し、「ブ」国側に提出している。

### 3. プロジェクトの概要

- 1) 「ブ」国東部に位置する第1発電所の再建計画に関するF/Sを実施する。
- 2) 本発電所は運開後34年を経過し、老朽化が進んでいるため、将来的には全設備を建て替える事を原則とする。
- 3) 発電の燃料は、本発電所に隣接するトロヤノヴォ炭鉱のリグナイトを使用する。
- 4) 現在、第1発電所の1号機～4号機は稼働中（50MW×4＝200MW）、5号機、6号機は撤去中であり、この5号機、6号機のスペースに新規の発電ユニット（以下、再設プラント）を設置する。
- 5) 再設プラントの発電規模は、現在の出力200MWに、近い将来稼働停止を予定している「コ」原発の減少分も考慮し、350～400MW程度を考える。
- 6) 第1発電所の1号機～4号機は、いずれ新規発電設備に交換されるが、この検討は別途行うものとし、本件F/Sでは上記の再設プラントのみを対象とする。
- 7) 本発電所は、環境基準を大幅に超えた排煙を生じており、再設プラントではこれを一定の規制値に抑制するための最適環境対策設備を設置する。
- 8) これに伴い、ボイラ形式選定も含めた再設プラントの適切な設計を行う。
- 9) 以上の結果に基づき、経済、財務、技術、環境等の観点から本プロジェクトを評価する。

### 4. 調査団員構成

荒川 嘉孝	総括・団長	国際協力事業団 鉱工業開発調査部 資源開発調査課課長代理
沼田 博男	発電行政	通商産業省 資源エネルギー庁公益事業部 発電課係長
矢部 哲雄	調査企画	国際協力事業団 鉱工業開発調査部 資源開発調査課
田中 耕基	発電所再建計画	西日本技術開発㈱ 東京事務所部長
伴 勝夫	石炭火力発電技術	西日本技術開発㈱ 開発部長
伊東 一義	石炭火力環境対策技術	西日本技術開発㈱ 火力第一部部長代理

## 5. 調査日程

- |     |           |           |   |
|-----|-----------|-----------|---|
| 1)  | 11/13 (日) | 東京→ワラワラ   | 出発、移動   |
| 2)  | 14 (月)    | ワラワラ →ワラ  | 移動  |
| 3)  | 15 (火)    | ワラ        | 大使館・COE：表敬・打合せ<br>NEK：表敬・打合せ・協議・資料収集          |
| 4)  | 16 (水)    | ワラ→ワラ     | NEK：協議・資料収集<br>移動（車両）                         |
| 5)  | 17 (木)    | ワラ        | 第1発電所：表敬・協議・資料収集・施設視察<br>ワラ第3炭鉱、第3発電所：表敬・施設視察 |
| 6)  | 18 (金)    | ワラ        | 第1発電所：協議・資料収集・関連施設視察<br>機械修理工場・ワラ工場：表敬・施設視察   |
| 7)  | 19 (土)    | ワラ →ワラ    | 第2発電所：表敬・施設視察<br>移動（車両）                       |
| 8)  | 20 (日)    | ワラ        | 団内打合せ<br>M/M（案）作成                             |
| 9)  | 21 (月)    | ワラ        | NEK：協議・資料収集、M/M（案）検討<br>ENERGOPROEKT社：表敬・協議   |
| 10) | 22 (火)    | ワラ        | NEK：M/M協議、M/M（案）修正<br>大使館：報告                  |
| 11) | 23 (水)    | ワラ        | NEK：M/M署名<br>COE：報告                           |
| 12) | 24 (木)    | ワラ→ウイ     | 移動、JICA：表敬・報告<br>IAEA：協議                      |
| 13) | 25 (金)    | ウイ→ワラワラ → | 国際機関日本政府代表部：表敬・報告<br>移動                       |
| 14) | 26 (土)    | →東京       | 移動、帰国   |

## 6. 主要面会者

### (1) 国営電力会社 NEK : Natsionalna Electricheska Kampania

Veliko ILIEV	会長
Pavlin NESTOROV	副会長
Bozhan SIROMAHOV	副社長
Serguey SHISHOV	国際関係部長
Krasimir I. KANEV	発電部長
Dimtcho IVANOV	投資部長
Nikolai DOUTSKINOV	投資部技師
Dimitar PETRINSKI	投資部技師
Ivan DICHEV	発電部技師
Maria KANETI	国際関係部技師

### (2) エネルギー委員会 COE : Committee of Energy

Lutin RANULOV	委員長
Dimitar BOUCHKOV	対外関係部長
Andrey MARKOV	発電・送電・配電部長
Bogdan MOUSSEV	開発・投資部長

### (3) マリツァ・イースト第1火力発電所 TPP Maritsa Iztok-1 Branch

Penjo PENEV	所長
Jivko STOYANOV	発電部長
Roumen DIMITROV	発電部主任技師

### (4) マリツァ・イースト第2火力発電所 TPP Maritsa Iztok-2 Branch

Todor MIHAILOV	所長
----------------	----

### (5) マリツァ・イースト第3火力発電所 TPP Maritsa Iztok-3 Branch

Yanko ANGELOV	所長
---------------	----

### (6) ブリケット工場 Briketna Fabrica-Garabovo

Vidio VIDEV	工場長
-------------	-----

### (7) 機械修理工場 Energoremont-Garabovo

Georgi SPASSOV	所長
----------------	----

### (8) トロヤノヴォ第3炭鉱 Colliery Troyanovo-3 LTD

Ivan IRYAZOV	技師長
--------------	-----

- (9) エネルゴプロジェクト社 EP社 : Energoproekt LTD  
Peter MISHEV 会長  
Boris IVANOV 社長  
Plamen Gogov MANDJOUKOV 火力部長
- (10) 在ブルガリア日本大使館  
藤原武平太 特命全権大使  
二階堂幸弘 参事官  
佐藤 雅俊 一等書記官
- (11) JICAオーストリア事務所  
中村 俊男 所長  
杉本 充邦 所員
- (12) 国際原子力機関 IAEA : International Atomic Energy Agency  
Lois LEDERMAN 原子力安全部安全評価課  
Granda de Martos ALBERTO 原子力安全部安全評価課  
田中 隆則 原子力安全部安全評価課
- (13) 在ウィーン国際機関日本政府代表部  
森山 善範 一等書記官



### III. N E K 協 議



### Ⅲ. NEK協議

#### 1. 対処方針

##### (1) JICA開発調査の概要説明

本件の要請機関であるNEKは、今回がJICAの開発調査を直接担当する最初の機会であり、JICA技術協力、特に開発調査の詳細を解説し、開発調査の位置づけについて理解を得る必要がある。また、これまでに幾度となく種々の調査団、専門家が訪問しており、早期にF/S開始を願う先方政府を失望させかねないが、本予備調査が必要な手順であることを十分に説明する。

##### (2) 資金融資の要請

これまでの調査団および専門家派遣の実績から、先方政府は必ず資金融資の話を持ち出すことが予想される。この場合、JICAがコミット出来ない立場を十分に説明したうえで、本F/Sが十分条件ではないにしても必要条件であること、どこの融資機関にも通用する内容の成果を提出することができることを理解せしめる。

##### (3) 「ブ」国への他国からの技術協力および融資の現状

「ブ」国の電力供給力確保には他国からの技術協力ならびに資金協力が不可欠であり、各方面に要請しているようである。これらについて、要請済みのもの、調査を実施しているもの、融資の決定したもの、今後融資を要請しようとしているもの、等の情報を入手し、F/S実施時に留意すべき事項および終了後の実現に向けての動向を想定するための資料とすることとする。

##### (4) 要請背景の確認

F/S実施の要請の背景を確認する。本件本格調査が1995年6月に開始されたとして、想定される最短のスケジュールは次のようになる。

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1) 1994年度      | 予備調査、事前調査(S/W署名) |
| 2) 1995～1996年度 | 本格調査(概ね15～20ヶ月)  |
| 3) 1997年度      | 資金調達準備           |
| 4) 1998年度      | D/D              |
| 5) 1998～2000年度 | 発電所工事            |

この様に、本発電所の運転開始は早くも2001年度となり、「ブ」国側が希望する本発電所再建完成時期(原子力発電所の停止が予定される1996年～1998年と考えられる)に対し、きわめて困難と言わざるを得ない。このような現状を「ブ」国側に説明し、それでも日本に実施してほしいかどうかを確認する。

##### (5) 発電所再建計画の必要性(発電所内)

発電所再建計画の発電所側における必要性の判定には、ボイラー、タービン等の設備の老朽化確認が最重要事項となる。短期専門家の調査によれば、余寿命はほとんどなく、き

わめて深刻な状況にある。また、リグナイト乾燥のための工場を併設していること、排煙の排出濃度が環境基準を大幅に超えていること、発電所として環境対策が有効に機能していないこと、環境測定を実施していないこと、等問題が多い。これらについて、発電所訪問の際十分に調査し、再建の必要性、緊急度、および再建計画のための必要な具体的調査事項、内容を検討するものとする。

#### (6) 発電所再建計画の必要性（発電所外）

発電所再建計画の発電所外における必要性の判定要素として、「ブ」国内電力供給の不足状況、電力開発計画およびリプレース計画、「コ」原発の運転停止に至るシナリオ、環境基準規制に対する「ブ」国側の考え方、等を確認し、本件調査の妥当性を確認する。

#### (7) 排煙濃度の低減対策

環境基準を遵守するため、排煙中の $SO_x$ 、 $NO_x$ 、煤塵等の低減対策について検討する。特に $SO_x$ の低減は最も重要な事柄であり、現在有力な方法と考えられる排煙濃度の低減対策（脱硫・脱硝装置、流動床ボイラ方式等）の採用について、その可能性、優劣の比較および導入時の留意事項について概略検討を加えることとする。

#### (8) F/S実施における環境測定

現在「ブ」国内では、排煙に関する環境測定はほとんど行われていない。1992年3月の短期専門家派遣時に $SO_x$ および煤塵の測定器を携行し、環境測定を実施した経緯があるが、本F/S実施に際しては、排煙の環境連続測定を行う必要がある。前回の測定機器、移転された測定技術およびその後の測定実績を確認し、本件調査に必要と思われる調査用測定機器について検討することとする。この場合、機器設置に際しての「ブ」国側との作業分担について確認しておく。

#### (9) リグナイト炭田の調査

これまでのJICA調査では、リグナイト炭田の調査はほとんど行われていない。リグナイトを恒久的に燃料源として使用するからには、炭田の企業形態、埋蔵量、品質、採掘方法、出炭量（実績および将来計画）、発電所への輸送方法、周辺への環境影響等の項目について把握しておく必要がある。

#### (10) 発電所関連施設の視察

第1発電所の関連施設として、第2、第3発電所およびブリケット工場を視察し、施設の現状を調査して問題点を抽出し、第1発電所再建計画のための参考資料を収集することとする。

#### (11) 「ブ」国内原子力発電所の調査

「コ」原発は、前記のとおりIAEAから稼働停止勧告を受けているが、「ブ」国は電力需要の約1/3を原子力発電に依存しており、今後の電力供給を勘案するときわめて大きな問題である。よって、ウィーンあるIAEAを訪問し、「ブ」国原子力発電所の現状

および今後の動向について情報を収集することとする。

#### (12) F/Sの調査範囲

要請書では、第1発電所のみを対象としたF/Sとなっているが、受入確認依頼公電の回答に併せて、ブルガリア大使館より「ブ」国側の意向として、次のコメントが寄せられた。

- 1) 本F/Sについて、通常の開発調査に要する期間（1年半～2年）より短期で結果を出してほしい。
  - 2) 第1発電所のみを再建計画を対象とするより、マリツァ・イースト地区全体の今後20年～25年間の将来像を示してほしい。
- 即ち、要請書より広い対象範囲を短期間で調査することになるので、その妥当性、実施の可能性について検討するものとする。

#### (13) 「ブ」国側の調査への参加

ブルガリア大使館より「ブ」国側の意向として、「ブ」国側のコンサルタント会社または専門家を本件F/Sに参加できないか、との打診があった。いくつかの方法が考えられるが、それらの可能性も含め、「ブ」国側の真意を問いただすこととする。

#### (14) 本格調査における調査内容

以上の予備調査結果を踏まえ、S/Wに記載すべき本格調査実施時の調査内容、手順、調査行程、作業分担、機材調達、等を検討し、基本部分については「ブ」側の同意を得、本年度末に予定される事前調査の準備に資することとする。なお、本件の今後の作業にあたっては、本件と同様の側面を有する次の案件を参考にするものとする（調査概要は〔次頁〕参照）。

- 1) 「ポーランド共和国コジェニツェ発電所排煙脱硫対策調査」
  - ① 事前調査：1990年10月、古市団長（鉦計部計画課長）
  - ② 本格調査：1991年3月～12月、電源開発協
- 2) 「チェッコ・スロヴァキア連邦共和国メルニーク発電所排煙脱硫対策調査」
  - ① 事前調査：1991年12月、武田団長（鉦計部次長）
  - ② 本格調査：1992年3月～12月、電源開発協

## 「発電所排煙脱硫対策調査」案件事例

### 1. 「ポーランド共和国コジェニツェ発電所排煙脱硫対策調査」

- (1) 調査時期：1991年3月～12月
- (2) 実施会社：電源開発㈱
- (3) 調査内容
  - 1) 第1ステージ
    - ① 調査に関連するデータの収集と解析
    - ② 発電所から排出する硫黄酸化物排出量の設定および硫黄酸化物排出量設定後の環境予測評価
    - ③ 最適排煙脱硫方式並びに処理装置選定のための技術評価および経済比較
  - 2) 第2ステージ
    - ① 調査に関わる補足現地調査
    - ② 排煙脱硫装置の概念設計
    - ③ プロジェクト全体施工計画の作成
  - 3) 第3ステージ
    - ① 排煙脱硫装置導入による電気料金への影響評価
    - ② 経済評価
    - ③ 排煙脱硫装置導入による社会、経済的な影響評価
- (4) 調査結論：
  - 1) 脱硫効率89%の湿式石灰石石膏法排煙脱硫装置3基を設置することにより硫黄酸化物排出量を26,648kg/hから7,995kg/hに削減可能である。
  - 2) 建設費は185,404,000US\$と見積もられ、単価は123.6US\$/kWとなる。

### 2. 「チェッコ・スロヴァキア連邦共和国メルニーク発電所排煙脱硫対策調査」

- (1) 調査時期：1992年3月～12月
- (2) 実施会社：電源開発㈱
- (3) 調査内容：上記「ポーランド」案件と同一
- (4) 調査結論
  - 1) 脱硫効率85.0～87.5%の湿式石灰石石膏法排煙脱硫装置5基を設置することにより硫黄酸化物排出量を77,300トン/年から17,500トン/年に削減可能である。
  - 2) 建設費は230,552,000US\$と見積もられ、単価は245.3US\$/kWとなる。

(注) 上記案件は、いずれも発電所施設をそのまま流用し、脱硫装置を設置することで環境基準をクリアしようとするもので、発電所設備をすべて取り替える本件とは案件の性格が根本的に異なる。

## 2. NEK他との協議内容

11月15日午後、NEKを表敬訪問した後ただちに協議に入り（写真-4）、以後16日、21日～22日の計4日間協議を継続した。協議内容は、S/Wの枠組み構築を念頭に置き、調査対象範囲、作業工程、調査内容、現地再委託等広範に及んだ。

協議内容を項目別に以下にまとめる。

### (1) JICA開発調査のスキームの説明

NEKでは、JICA開発調査は初めての経験であるため、調査団は開発調査のスキーム、手順等についてJICAパンフレットを用いて説明し、NEKの理解を得た。

### (2) 資金融資の要請について

資金融資の要請については、必ず「ブ」国側が持ち出してくるテーマと予想していたが、COEおよびNEKとの協議の冒頭で調査団より言及できない旨の説明を行った結果、以後の話題とはならず、また「ブ」国側も理解していたようであった。ただし、F/Sの調査項目の最後にファイナンスのオプションを提示するよう追加すべき、との提案があったが、調査団は、経済・財務分析で行う以上の内容は折り込めないと主張し、結局当該項目は記載しないこととした。

### (3) C/P機関について

COEとの協議において、本件F/SのC/P機関は政府省庁であるCOEとすべき、との発言がCOEよりなされた。これに対し調査団は、株式会社であっても国営であればこれまでも例があることを説明、NEKはC/Pとして適切である旨提案した。COEはこれを受入れ、本件C/PはNEKとすることで合意した。

### (4) 質問書について

質問書は協議の1日目（11/15）にNEKに提出・説明し、M/M署名の11/23までに回答するよう依頼した。これに対しNEK、より質問書の目的は何か、第1発電所以外の一般的な情報は不要ではないか、10年前のデータに逆上の必要があるのか、等の疑問が出された。調査団はその必要性を説明し、了解を求めた結果、NEKは可能な限り情報を収集して調査団に提出することを約束した。ただし、NEKは今回入手した情報は本件F/Sに限定して使用することを求め、調査団は同意した。なお、調査団滞在中に入手できなかった資料については、大使館経由で1カ月以内にJICAに送付することとし、それ以外の情報については事前調査時に再度入手を試みることにした。

### (5) 本件F/Sの案件名について

本件F/Sの案件名については、大使館からの要請案件調書にある“Maritsa East No.1 Thermal Power Plant Replacing Project”を考えていたが、NEKより“Maritsa East No.1 Replacing Thermal Power Plant”としてほしい旨の提案があり、調査団はこれを了承した。

#### (6) F/Sの調査期間について

NEKはF/Sの調査期間に重大な関心を寄せ、調査団に対しどの程度を要するかを質した。これに対し調査団は、NEKが希望する1998年（「コ」原発の一部停止時期）に再設プラントが運転開始されることは困難と指摘しつつ、F/Sの範囲や環境関係既存情報の精度により調査期間は異なることを示した。その後の協議で各種情報を入手、検討の結果、当初調査団が考えていた20カ月程度を15カ月程度に短縮できるものと判断し、その旨提示したところ、NEKは了承したものの、可能な限り短縮する方向で検討してほしいとのコメントが添えられた。これについては、事前調査時にさらに詳細を詰めることとした。なお、F/S開始時期は1995年6月を予定していることを表明、NEKも同意した。

#### (7) F/Sの対象範囲について

現在、第1発電所では、1号機～6号機の発電ユニットのうち、1号機～4号機は稼働中（50MW×4＝200MW）、5号機、6号機は撤去中となっている。このうち本件F/Sは、5号機と6号機の撤去跡に新規の再設プラントを設置することを対象範囲とすることで合意した。

#### (8) 再設プラントについて

再設プラントの設計条件として、発電規模、ボイラ形式、蒸気供給についてNEKと協議した。

発電規模については、NEKは5号機、6号機の150MW×2＝300MWと「コ」原発の減少分を考慮し、暫定的に350～400MWとすることを提案した。

ボイラ形式については、通常のボイラに脱硫装置を配する方法や流動床ボイラーを採用する方法の他、考えられる選択肢の中から幅広く検討し、最適システムを選定することとした。発電ユニット数もF/Sの中で決定することとした。

蒸気供給については、現在第1発電所が供給しているブリケット工場用450t/hと地域暖房用60t/hのうち、地域暖房用のみを供給する計画とした。ブリケット工場への蒸気供給については、稼働中の1号機～4号機から当面供給するものとし、それらの稼働限界時期と考えられる1998年までに別途方策を考えることで、F/Sの対象範囲外とした。

#### (9) 環境基準の適用について

現在、「ブ」国では既設発電所（1992年までに運転開始したもの）と新設発電所に区別して排出基準を設定している。調査団がF/Sに適用する基準について質したのに対し、NEKは「ブ」国のみならずECの基準をも満足することを前提とすることを明言した。当然ながら、ECの基準は「ブ」国のものより厳しく、F/Sでの選択肢が狭くなることも考えられ、予想外とも思えたが、今後西欧からの融資導入やEU加盟等を考慮すると、「ブ」国として止むを得ない措置であったと考えられる。調査団はNEKの意向を確認の上、これに同意した。

#### (10) F/S実施における環境測定について

当初、調査団は現在稼働中の発電設備の再建も念頭に入れ、現状の環境調査を意義深い

と考え、その測定機器および設置手法について検討することとしていた。しかるに、NEKとの協議において、F/Sは新しいプラントを対象とし、稼働中の1号機～4号機は対象外となったため、環境測定の必要性は消滅したこととなった。ただし、現状の環境汚染程度を知ることは、広義の意味で本件F/Sの意義づけとなるものであり、全く不必要とは言いきれない側面もあり、今後の検討課題とした。

#### (1) 「ブ」国コンサルタント会社の参加について

「ブ」国コンサルタント会社の本件F/Sへの参加については、事前に大使館を通じてNEKより打診を受けていたものである。NEKは、これまでに電力関係で最も業務経験の豊富なENERGOPROEKT LTD（以下、EP社）の活用を提案、調査団はこれを受けてEP社を訪問し、その能力、実績、技術者、保有機器、等について調査した。その結果、EP社はNEKの電力設備の建設および各種調査に主体的に関与しており、これまでに蓄積されたデータや情報は豊富で、技術的にも満足できるとの感触を得、F/S時のEP社参加は本格調査団にとって技術的、経済的、工期的に有利であると考えられた。EP社参加の形態は現地再委託が望ましく、その委託範囲、工期、費用の詳細については、事前調査時に検討、確認することとした。

#### (2) 「コ」原発の稼働について

11月25日、ウィーンの国際原子力機関（以下、IAEA）を訪問し、特に「コ」原発1号機、2号機に対するIAEAの停止勧告の背景等について意見を聴取した。IAEAのコメントは次のとおり。

1) IAEA加盟国中、旧ソ連製加圧水型原子炉“WWER-440/V-230”型10基（「コ」原発含む）について、1990年安全面に関する調査を行い、1991年報告書をまとめた。

2) 報告書では、稼働状況により次の2段階に分けて問題点を論じている。

##### ① 第1段階

運転操作方法の改善や簡易な修理等、比較的早期に解決できる状態を指し、小規模な投資で継続稼働が可能となる。

##### ② 第2段階

材料や設計の不備に起因するような、簡単に解決できない状態を指し、大規模投資を行わないと稼働が継続不可となる。

3) 「コ」原発の場合、現在は第1段階にあるが、近い将来（概ね4年後の1998年とされる）には第2段階に達するとしている。IAEAでは、各種分野（維持管理、設計、財務、等）について助言をまとめ、安全運転の手法について「ブ」国側に提言している。

4) IAEAとしては、技術的な問題点を指摘し、安全運転のための提言はするが、強制や命令をするものではなく、決定はあくまで「ブ」国政府により自主的になされるものである。よって、「ブ」国がIAEAから1998年に「コ」原発の停止勧告を受けていると言う事実はない。

以上の如く、「コ」原発の1998年稼働停止は、IAEAによれば強制力のない提言と言うことになる。ただし、本提言を受け、「ブ」国はECとの約束（1993年6月署名）で、

エネルギーバランスに支障がなければ1998年までに「コ」原発1号機～4号機を停止することとしている。

### 3. 合意したM/Mの内容

以上の協議を経た後、S/W締結に際し重要と考えられる事項についてM/M(案)を作成、11月22日にNEKに提示し、協議を行った。多少の文言修正を加えた結果、両者は合意に達し、11月23日午前、NEK SIROMANOV副社長とJICA予備調査団荒川団長の間で署名がなされた(写真-1、2)。

合意されたM/Mの内容は次のとおり。

#### (1) プロジェクトの必要性について

近い将来に予想される「コ」原発の廃止を考慮し、電力需要供給バランスの観点から、追加的電力源が緊急に必要となることは明らかである。よって、リグナイトを燃料とする新規の火力発電設備(以下、再設プラント)が、第1発電所の撤去された5号機、6号機の跡地に設置されることの必要性は高いものと判断された。再設プラントは、当然ながら当該地域の環境保全を目指した設計とすることとした。

#### (2) 再設プラントについて

再設プラントの出力は350～400MWとし、地域暖房用蒸気として25Gcal/h(供給設備は予備も含めて2システム)を供給するものとした。

#### (3) 環境について

再設プラントの排出基準は、ブルガリア国およびECの基準を適用するものとした。

この達成のため、再設プラントからの排煙中のSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、COおよび煤塵濃度の低減に対する環境保全手法の導入が必要となるが、その最適システムは本F/Sの中で脱硫装置や流動床ボイラ等いくつかの選択肢より選定することとした。

#### (4) S/Wについて

F/Sの実施期間について、調査団は15カ月を提案したのに対し、NEKは可能な限り短期間でにしてほしい旨の要請がなされた。

調査内容については、次の3段階で行うこととした。

##### 1) 予備調査段階

- a. データ収集およびレビュー
- b. 石炭供給調査
- c. 石灰石供給調査
- d. 電力開発計画
- e. 初期環境調査

##### 2) 詳細調査段階

- a. 詳細現地調査

- b. 環境影響評価
- c. 最適開発計画
- 3) フィージビリティ設計段階
  - a. フィージビリティ設計
  - b. 工事計画
  - c. 工事費積算
  - d. 経済・財務分析

(5) その他

調査団が提出した質問書に対する回答について、NEKより大使館を通じて1カ月以内に英語にてJICAに提出してもらうこととした。

また、NEKが情報の公開に強い懸念を示したことから、この予備調査で収集したデータ・情報は本件F/Sに限定して使用するものとし、他者に供しないようにした。

4. 合意したM/M

今回の調査団派遣は予備調査を目的としているため、M/MはF/Sの大枠を定める内容に限定した。次回の事前調査においては、S/Wを補足するためのM/Mとなるため、その内容は詳細に記述されることになる。



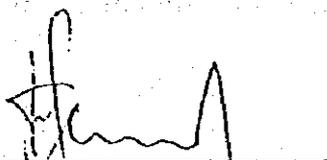
合意したM/M



MINUTES OF MEETING  
FOR  
THE FEASIBILITY STUDY  
ON  
MARITSA EAST NO. 1 REPLACING THERMAL POWER PLANT  
IN  
THE REPUBLIC OF BULGARIA

AGREED UPON BETWEEN  
NATSIONALNA ELEKTRICHESKA KOMPANIA  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

SOFIA, NOVEMBER 23, 1994



MR. BOZHAN SIROMAHOV  
EXECUTIVE DIRECTOR  
NATSIONALNA ELEKTRICHESKA  
KOMPANIA



MR. YOSHITAKA ARAKAWA  
LEADER OF THE PREPARATORY  
STUDY TEAM  
JAPAN INTERNATIONAL  
COOPERATION AGENCY

BS

99

The Preparatory Study Team (hereinafter referred to as "the Team") organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") of the Government of Japan, headed by Mr. Yoshitaka ARAKAWA, Leader of the Team, visited the Republic of Bulgaria from November 14 to November 24, 1994 for the purpose of discussing the outline of the Feasibility Study on Maritsa East No.1 Replacing Thermal Power Plant in the Republic of Bulgaria (hereinafter referred to as "the Study").

The Team made a series of discussions with the authorities concerned of the Natsionalna Elektricheska Kompania (hereinafter referred to as "NEK"), headed by Mr. Bozhan SIROMAHOV, Executive Director, NEK.

The salient result of the discussions mutually confirmed are as follows:

**1. Necessity of the Project**

Considering the decommissioning of Kozloduy Nuclear Power Plant No. 1 and No. 2 units prospected in the near future, additional electric power source becomes urgently necessary in the view of power demand and supply balance. For this purpose, the new thermal power facility burning lignite coal (hereinafter referred to as "the Replacing Plant") is to be developed on the site of demolished No. 5 and No. 6 units in Maritsa East No. 1 Thermal Power Plant (hereinafter referred to as "No. 1 TPP").

The Replacing Plant must be so designed as to protect the environment around No. 1 TPP region.

**2. Power Plant**

**2.1 Power Plant Capacity**

The Replacing Plant will be considered to have an output of about 350~400 MW.

**2.2 Steam Supply**

The Replacing Plant must supply steam for regional heating at the rate of 25 Gcal/h per unit (2 x 25 Gcal/h).

**3. Environment**

**3.1 Emission Standart**

The emission standart for the Replacing Plant shall apply the criteria of the Bulgarian Law and the European Community Standard.

### 3.2 Mitigation of Emission Concentration

Introduction of environmental protective measures is necessary for mitigation of SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, CO and Dust concentrations in the gas from the Replacing Plant in order to meet the requirement of the above mentioned criteria. The optimum system will be selected during the Study among several options, such as pulverized coal firing plus flue gas desulphurization, fluidized bed combustion and so forth.

## 4. Scope of Work

### 4.1 Study Schedule

The Team proposed a tentative 15 months' period of the Study and NEK requested the Team to shorten the period as far as possible.

### 4.2 Scope of the Study

The Study will be carried out in the following three stages regarding the Replacing Plant.

- 1st : Preliminary Investigation Stage
- 2nd : Detailed Investigation Stage
- 3rd : Feasibility Grade Design Stage

The outline of the Study items are as follows.

- 1) Preliminary Investigation Stage
  - a. Data collection and review
  - b. Coal supply study
  - c. Limestone supply study
  - d. Power development planning
  - e. Initial environmental examination (IEE)
- 2) Detailed Investigation Stage
  - a. Detailed site investigation
  - b. Environmental impact assessment
  - c. Optimum development programme
- 3) Feasibility Grade Design Stage
  - a. Feasibility design
  - b. Construction planning
  - c. Cost estimation
  - d. Economic and financial analysis

## 5. Others

### 5.1 Questionnaire

NEK will submit the data and other information in reply to the questionnaires to JICA through the Embassy of Japan within one month from the date of signing of this Minutes of Meeting. These data and information shall be in English.

Communication and information exchange shall be performed between NEK ( Mr. S. SHISHOV, 8, Triaditsa Str. 1040 Sofia, { 3592 - 87 - 95 - 22 }) and JICA ( Mr. Y. ARAKAWA, 2 - 1 - 1, Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo, [ 03 - 3346 - 5296 ]) through the Embassy of Japan ( Mr. M. SATO, U1, Lyulakova Gradina 14, Sofia, [ 359 - 2 - 72 - 39 - 84 ]).

### 5.2 Collected Data and Information

Both sides agreed upon that the Team shall use the collected data and information only for the Study of the Replacing Plant, and shall not submit them to other users.

APPENDIX

LIST OF ATTENDANTS

BULGARIAN SIDE

No.	NAME	POSITION	ORGANIZATION
01.	Veliko ILIEV	Chairman of the Board of Directors	NEK
02.	Pavlin NESTOROV	Deputy Chairman of the Board of Directors	NEK
03.	Bozhan SIROMAHOV	Executiv Director	NEK
04.	Penjo PENEV	Menager of TPP "Maritsa iztok 1" Branch	NEK
05.	Serguey SHISHOV	Head of Foreign Relations Department	NEK
06.	Krasimir I. KANEV	Head of Electricity Generation Department	NEK
07.	Dimtcho IVANOV	Head of Inestment Activity Department	NEK
08.	Nikolai DOUTSKINOV	Expert of Investment Activity Department	NEK
09.	Dimitar PETRINSKI	Expert of Investment Activity Department	NEK
10.	Ivan DICHEV	Expert of Power Generation Department	NEK
11.	Maria KANETI	Expert of Foreign Relations Department	NEK
12.	Dimitar BOUCHKOV	Head of Forein Relation Department and Secretary of Bulgarian Member Committee of WEC	COE
13.	Andrey MARKOV	Head of El. Generation, Transmission & Distribution Department	COE
14.	Bogdan MOUSSEV	Chief of Development & Investment Division	COE
15.	Boris IVANOV	Chairman of the Board of Directors ENERGOPROEKT LTD.	

JAPANESE SIDE

No.	NAME	POSITION	ORGANIZATION
01.	Yoshitaka ARAKAWA	Leader	JICA
02.	Hiroo NUMATA	Policy of Power Generation	JICA
03.	Tetsuo YABE	Study Planning	JICA
04.	Koki TANAKA	Replacement Planning of Power Plant	JICA
05.	Katsuo BAN	Technology of Power Generation	JICA
06.	Kazuyoshi ITO	Technology of Environmental Countermeasures	JICA
07.	Georgi P.Kolev	Interpreter	

OBSERVER

01.	Masatoshi SATO	First Secretary	EMBASSY OF JAPAN IN BULGARIA
-----	----------------	-----------------	---------------------------------

BS

49



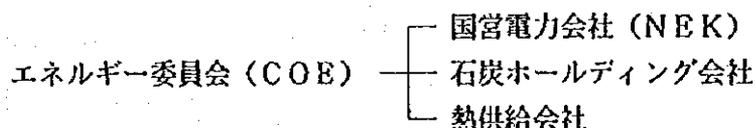
#### IV. 電力・エネルギー政策



## IV. 電力・エネルギー政策

### 1. 電力・エネルギー関係機関・組織

「ブ」国では、エネルギー政策を担当する政府機関としてエネルギー委員会があり、次の三つの会社の監督・政策決定を行っている。



このうちNEKは1992年1月1日に発足した国営の電力会社で、旧体制から引継いだ発電施設（原子力・火力・水力）や配電支社等を傘下に入れている。

NEKの所有する電源設備は国内の約90%で、従業員は約31700人、このうち、首都ソフィアに在る本社の人員は、約100人程度であり、運用面の権限は発電所や支社にまかされたままのようである。

NEKの組織は、図IV-1に示す。

### 2. エネルギー政策

「ブ」国の一次エネルギーは国産の石炭だけでは自給できず、従来旧ソ連邦からの石炭・石油および天然ガスの輸入にある程度依存してきたが、ソ連邦崩壊後、供給が不安定となっている。

エネルギーの安定供給が目下の課題であり、国内炭の利用拡大を目指しているが、一方では石炭利用に関わる公害問題がクローズアップされており、発電所等に対する公害防止施設の設置や民生用エネルギーのクリーン化が検討されている。

新しいエネルギー政策については、近く発表されるとのことであった。（なお、我々の出張期間中にエネルギー委員会の委員長の交替が行われている。）

### 3. 電力政策

電気料金については、従来、統制経済時の価格のまま低く抑えられてきたが、1993年には料金改訂が認められ、約25%の値上げが行われた。

しかし、高いインフレ率、為替ルートの変動などがあり、収支バランスをとるため、依然として国の補助を受けているのが現状である。

NEKは、発電効率の改善・停電の減少・電力輸入の低減など、原価低減の努力を続けている。

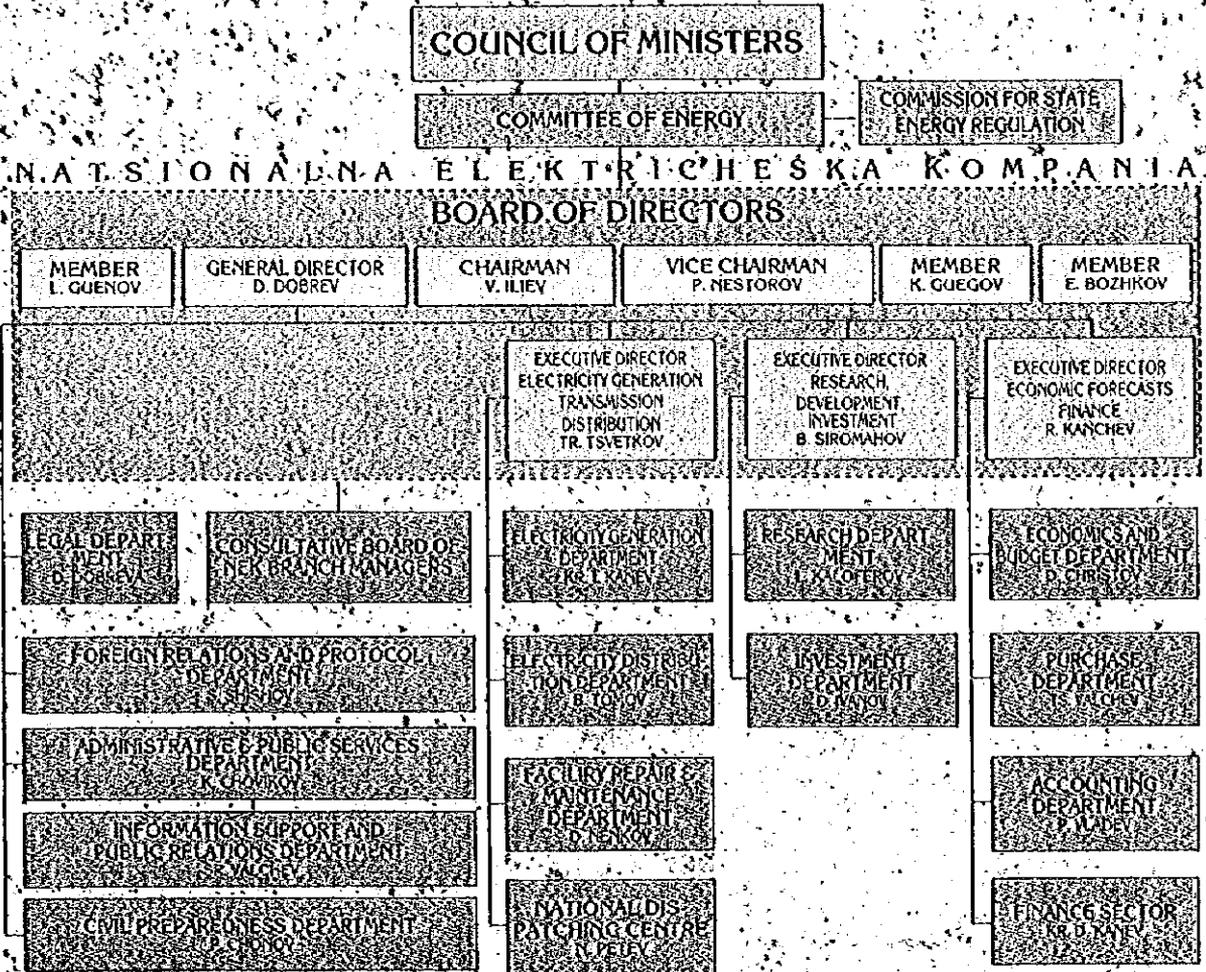
電力需要は、数年来、低下し続けてきたが、今後は上向きに転ずるものと考えられ、これに対応する電源の確保が緊急の課題となってきた。





**NEK**

**NEK Joint – stock company management – organization structure**



**ELECTRICITY DISTRIBUTION BRANCHES AND ENTERPRISES; INVESTMENT BRANCHES**

**ELECTRICITY DISTRIBUTION BRANCH AND ENTERPRISES**

1. Electricity Distribution Branch - Pernik
2. Electricity Distribution Branch - Kyustendil
3. Electricity Distribution Branch - Blagoevgrad
4. Electricity Distribution Branch - Vidin
5. Electricity Distribution Branch - Montana
6. Electricity Distribution Branch - Vratsa
7. Electricity Distribution Branch - Pleven
8. Electricity Distribution Branch - Lovech
9. Electricity Distribution Branch - Orlyanovtsa
10. Electricity Distribution Branch - Gabrovo
11. Electricity Distribution Branch - Russe

12. Electricity Distribution Branch - Strelitsa
13. Electricity Distribution Branch - Razgrad
14. Electricity Distribution Branch - Shumen
15. Electricity Distribution Branch - Targovishte
16. Electricity Distribution Branch - Dobrich
17. Electricity Distribution Branch - Sl. Zagora
18. Electricity Distribution Branch - Burgas
19. Electricity Distribution Branch - Sliven
20. Electricity Distribution Branch - Yambol
21. Electricity Distribution Branch - Kardjali
22. Electricity Distribution Branch - Haskovo
23. Electricity Distribution Branch - Plovdiv
24. Electricity Distribution Branch - Smolyan
25. Electricity Distribution Branch - Pazardjik

26. Electricity Distribution Branch - Varna
27. Electricity Supply Enterprise - Sofia
28. Electricity Supply Enterprise - Sofia District

**INVESTMENT BRANCHES AND ENTERPRISES**

1. Hydroelektroinvest Branch - Sestrimo
2. Trafoelektroinvest Enterprise - Sofia
3. Dam and Cascades Enterprise - Sofia

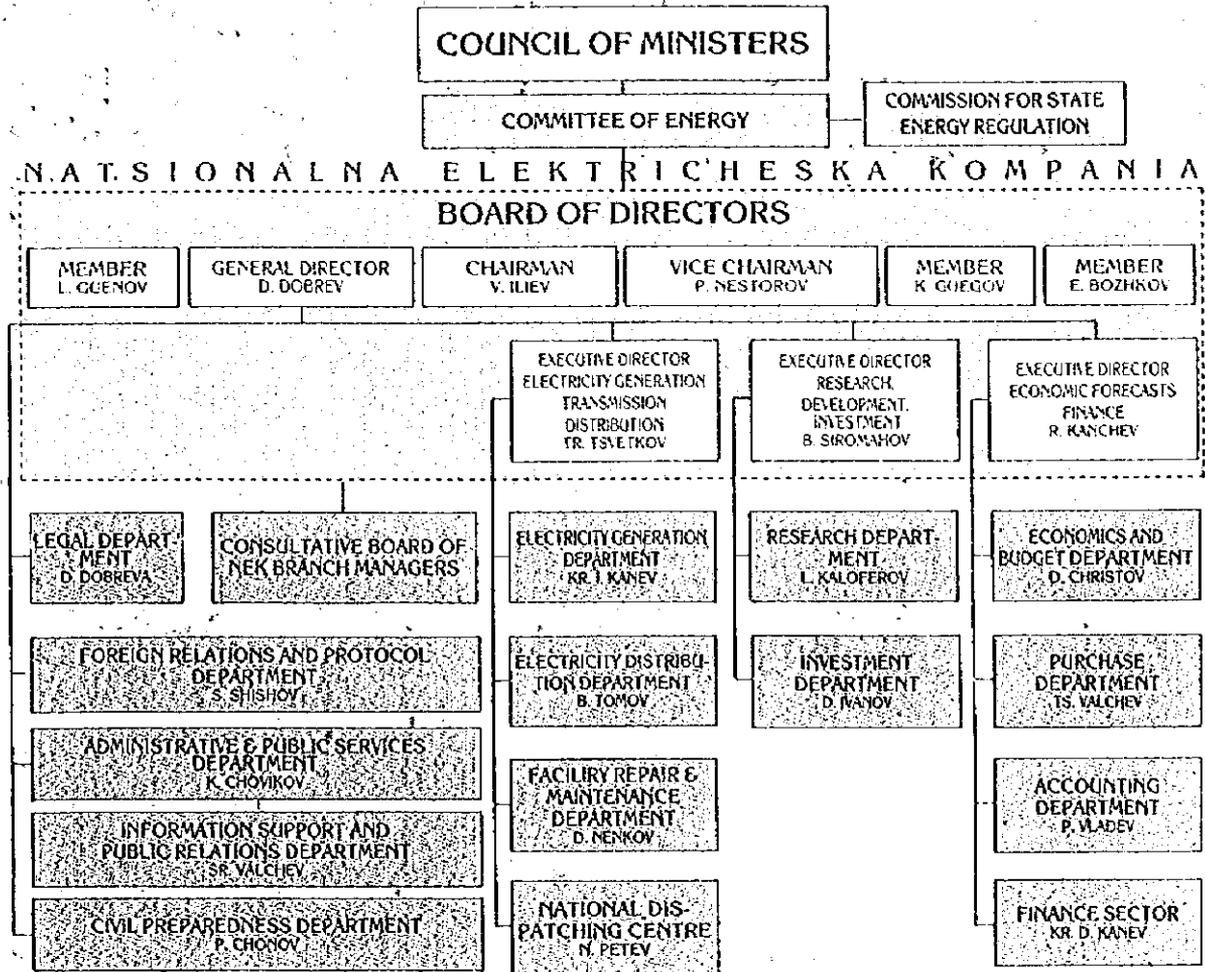


図 IV-1 NEK 社の組織



**NEK**

**NEK Joint – stock company management – organization structure**



**ELECTRICITY DISTRIBUTION BRANCHES AND ENTERPRISES, INVESTMENT BRANCHES**

**ELECTRICITY DISTRIBUTION BRANCH AND ENTERPRISES**

1. Electricity Distribution Branch - Pernik
2. Electricity Distribution Branch - Kjustendil
3. Electricity Distribution Branch - Blagoevgrad
4. Electricity Distribution Branch - Vidin
5. Electricity Distribution Branch - Montana
6. Electricity Distribution Branch - Vratsa
7. Electricity Distribution Branch - Pleven
8. Electricity Distribution Branch - Lovech
9. Electricity Distribution Branch - G. Oryahovitsa
10. Electricity Distribution Branch - Gabrovo
11. Electricity Distribution Branch - Russe

12. Electricity Distribution Branch - Silistra
13. Electricity Distribution Branch - Razgrad
14. Electricity Distribution Branch - Shumen
15. Electricity Distribution Branch - Targovishte
16. Electricity Distribution Branch - Dobrich
17. Electricity Distribution Branch - St. Zagora
18. Electricity Distribution Branch - Burgas
19. Electricity Distribution Branch - Sliven
20. Electricity Distribution Branch - Yambol
21. Electricity Distribution Branch - Kardjali
22. Electricity Distribution Branch - Haskovo
23. Electricity Distribution Branch - Plovdiv
24. Electricity Distribution Branch - Smolyan
25. Electricity Distribution Branch - Pazardjik

26. Electricity Distribution Branch - Varna
27. Electricity Supply Enterprise - Sofia
28. Electricity Supply Enterprise - Sofia District

**INVESTMENT BRANCHES AND ENTERPRISES**

1. Hydroelektroinvest Branch - Sestrimo
2. Trafotelektroinvest Enterprise - Sofia
3. Dam and Cascades Enterprise - Sofia



図 IV-1 NEK 社の組織



コズロデュイ原子力発電所については、旧ソ連型加圧水炉VVER-440型4基の欠陥が、IAEAによって指摘されており、ヨーロッパ共同体（EU）の東欧援助（PHARE）プログラムの一環として、ヨーロッパの銀行からの資金援助を得て、応急的な改良を実施している。

しかし、コズロデュイ1・2号機（440MW×2）については、長期の使用が困難とみられており、火力電源による代替が急がれるところである。

（今回のマリツア・イースト再建計画に関連）

火力発電所については、マリツア・イースト第2発電所で建設中の8号機（215MW）が追加されるが、環境問題の改善をはかるため、「ブ」国では初めての排煙脱硫装置が設置されることとなった。（EBRD等の融資による）

水力発電所については、近年降雨量が少なくなり、1993年の実績では設計出力の50%しか出ていない状態である。ピーク負荷対策用としてチャイラ揚水発電所が建設中で、近く完成の見込みである。

#### 4. 電力事情

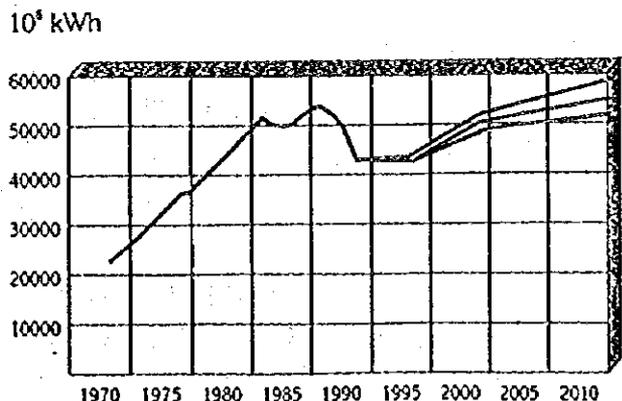
「ブ」国の設備容量は、国全体で1213.3万KWであり、その構成比率は、火力：約53%、原子力：約31%、水力：16%となっている。

これに対して、1993年の瞬間最大電力は約800万KWである。（1月）

需要と供給の現状は、1993年実績で下記の通りである。

ブ国内発生電力量	37,902 × 10 <sup>6</sup> kWh
輸入電力量	1,634 × 10 <sup>6</sup> kWh
輸出電力量	1,518 × 10 <sup>6</sup> kWh
ブ国内需要電力量	38,018 × 10 <sup>6</sup> kWh

電力需要は旧体制崩壊後、産業活動の低迷により減少を続けてきたが、1993年が最低の状態と考えられ、今後需要は増加に向かうものと推定され、新しい電源の確保が必要となる。



図IV-2 電力需要実績と今後の想定

長期予測によれば、1995年から需要が急激に伸び、2005年には過去最高の需要レベル（1989年）を回復するものとされている。

#### 5. 既存発電・送配電設備

既存発電設備の殆どは、旧ソ連製である。原子力発電所は「ブ」国北西部にあるNEKのコズロデュイ発電所のみで、加圧水型原子炉（VVER）6基が設置されている。NEKの火力発電所は石炭焚7箇所で（マリツア・イースト第1・第2・第3、マリツア第3、ボボブドール、バルナ、ルッセ）タービン台数は計33機である。このうち、16機が出力210MWで、目下のところ単機容量としては最大である。水力発電所は「ブ」国南西部の山岳地帯に集中している。「ブ」国では出水状況が季節的に大きく変動するため、大容量のダムを儲けた発電所が多い。

原子力発電所（コズロデュイ）	440MW × 4基	
	1000MW × 2基	3,760MW
火力発電所	7火力発電所	4,745MW
水力発電所	6水系 + その他	1,996MW
その他火力発電所	（NEK以外）	1,632MW
総合計		12,133MW

電力系統は、400KV、220KV、110KVの送電網で結ばれており、距離としては比較的短い送電線が多い。

また、周辺諸国との間に連系線があるが、この中で750KV連系線は、ルーマニア経由でウクライナへつながっている。

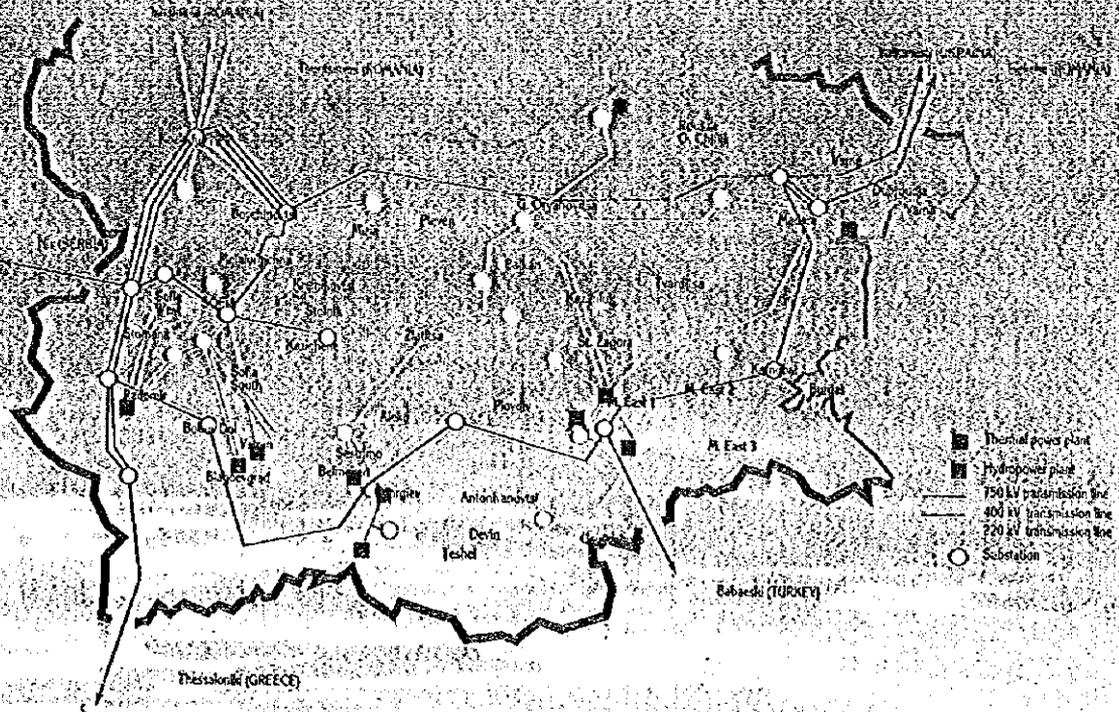
発電所位置および電力系統図は図IV-3に示す。

#### 6. 電源開発計画

2005年までの運開予定の建設中または計画中の電源設備は、下記の通りである。

建設中	火力	マリツア・イースト第2発電所	8号機	215MW
	水力	チャイラ揚水発電所	1～4号機	860MW
計画中	火力	マリツア・イースト第1発電所		
			（今回調査対象）	350～400MW

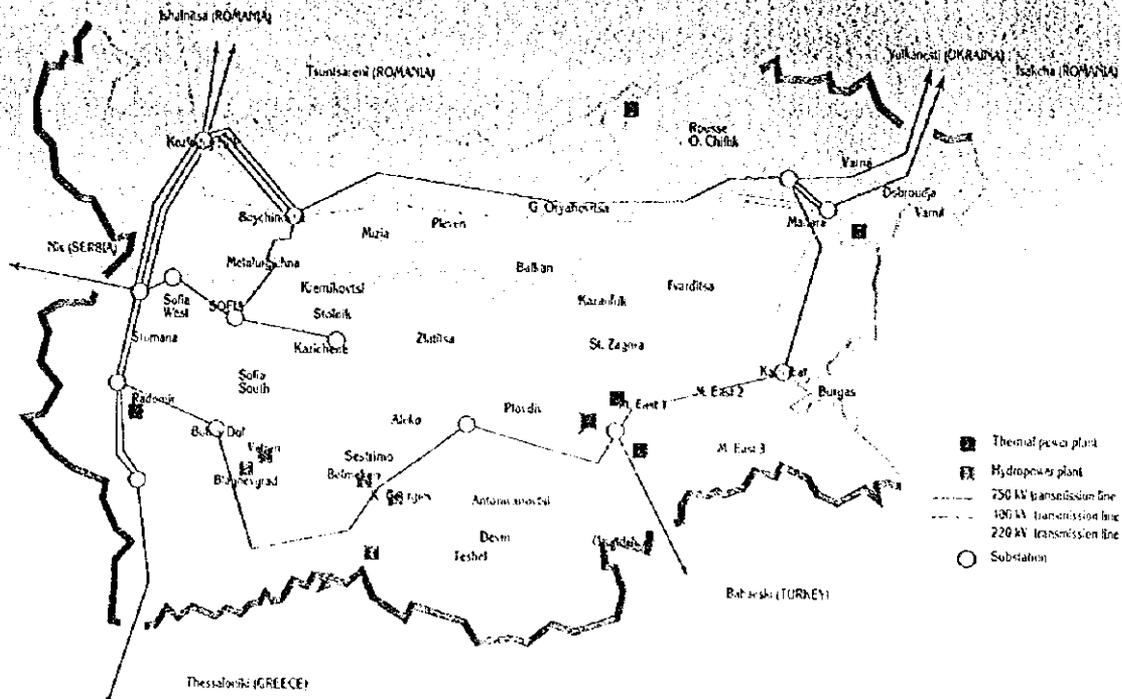
なお、コズロデュイ原子力発電所の1～4号機（440MW×4）は、安全上の問題で近い将来順次停止せざるを得ないことが予想される。（代替電源の確保を前提として）



FACILITIES IN OPERATION

750 kV overhead transmission lines, km	85
400 kV overhead transmission lines, km	1 662
220 kV overhead transmission lines, km	2 296
110 kV overhead transmission lines, km	8 026
35 kV overhead transmission lines, km	50 734
10 kV overhead transmission lines, km	55 747
110 kV cables lines, km	44
35 kV cables lines, km	13 593
10 kV cables lines, km	19 864
Substations	368
Hydropower plants	36 550
Thermal power plants	884 066

図 IV-3 「ブ」国発電所位置及び電力系統図



- Thermal power plant
- ⊞ Hydropower plant
- 750 kV transmission line
- - - 400 kV transmission line
- · - · 220 kV transmission line
- Substation

FACILITIES IN OPERATION

1. 750 kV overhead transmission lines, km	81
2. 400 kV overhead transmission lines, km	1 060
3. 220 kV overhead transmission lines, km	2 220
4. 110 kV overhead transmission lines, km	8 036
5. MV overhead transmission lines, km	50 734
6. LV overhead transmission lines, km	55 747
7. 110 kV Cable lines, km	44
8. MV Cable lines, km	13 591
9. LV Cable lines, km	19 864
<hr/>	
1. Nodal distribution substations	368
2. Distribution transformer unit	36 550
3. Lighting fittings	831 086

図 IV-3 「ブ」国発電所位置及び電力系統図



## V. 石炭調査



## V. 石炭調査

### 1. 石炭関係組織

旧体制下では、炭鉱と火力発電所が、それぞれの地域の共同企業体（コンプレックス）という、まとまった単位で運営されていたようであるが、現在では切離され、エネルギー委員会の管理下で、それぞれが独立した企業となっている。

石炭関係は、エネルギー委員会の下に、石炭ホールディング会社があり（国営電力会社NEKと同列）、この下に12の採掘会社が20ヶ所の炭鉱で掘削を行っている。

### 2. 主な炭田

最大の炭田は、「ブ」国中東部、スターラ・ザゴラ市の東南方にあるトロヤノヴォⅠ～Ⅲ炭田で、年間約2500万トンのリグナイトを露天掘により採掘し、これを炭田の外縁部に位置するマリツア・イースト第1～第3発電所に供給している。

リグナイトは、あまり炭化していない木質に近い低品位炭で、水分・灰分・硫黄分が多いが、「ブ」国にとっては重要な国産エネルギー資源である。埋蔵量は、トロヤノヴォⅢでは40年以上はあると言われている。

亜瀝青炭（褐炭）は首都ソフィアの南、ボボブドール地区の炭田で、坑内掘により掘削している。

高品位炭である瀝青炭や無煙炭は、ソフィア市の北部・その他の炭田で産出するが、量的には少ない。

なお、「ブ」国北東部バルナ市の西、ドプロジャ地区に大きな炭層があると推定されているが（瀝青炭20～30億トンの埋蔵量）、深度が約1500mと深く、地下水脈もあり、目下のところ開発は困難視されている。

現在、新しい炭田の具体的な開発計画はない。

「ブ」国内で産出する石炭の大部分は発電用であるが、一部は暖房用、ブリケットの原料或いは工業用（冶金）などにも用いられている。

表V-1

1993年 石炭生産量（国内炭）

炭種	生産量(10 <sup>3</sup> トン)
リグナイト	25,350
褐炭（亜炭）	4,554
瀝青炭	233
無煙炭	46
計	30,183



### 3. 発電用炭

国営電力が所有する7ヶ所の火力発電所のうち、マリツア・イースト第1～第3およびマリツア第3を含む4発電所はリグナイト（発熱量約1400Kcal/kg）を主として使用、ポポブドール発電所は亜瀝青炭（褐炭）（発熱量約2500Kcal/kg）を主として使用している。

国内炭だけでは足りないため、北東部にあるバルナおよびルッセの2発電所は輸入炭専用の発電所となっている。

輸入炭はウクライナ炭（発熱量5500～6200Kcal/kg）で、全発電用炭の約20%程度を占める。

表V-2

1993年 発電用燃料種別割合（NEK）

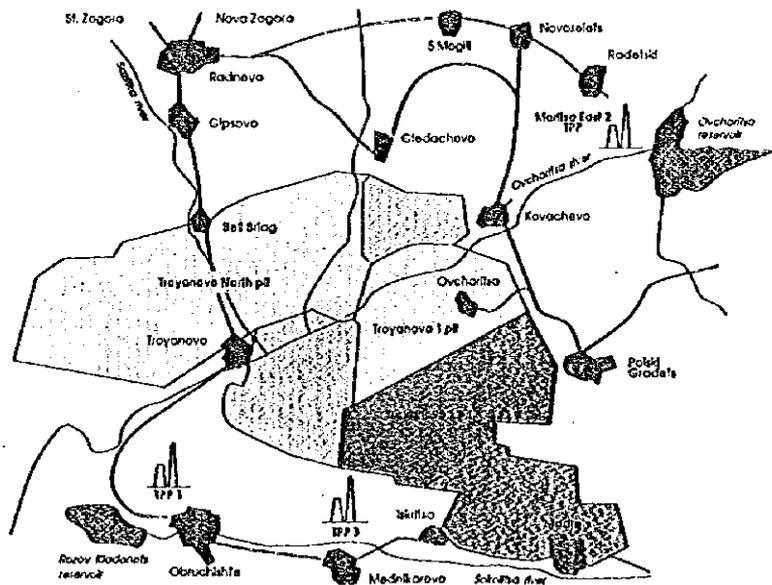
種 別	比 率 (%)
リグナイト	64.09
亜瀝青炭	14.21
輸 入 炭	20.69
天 然 ガ ス	1.01
計	100.00

（註）天然ガスは、バルナ発電所で使用

### 4. トロヤノヴォ炭田（写真-27, 28参照）

トロヤノヴォ炭田は、スターラ・ザゴラ市の東南方約40km付近にあり、幅約10km、長さ約30kmで、北西から南東方向に広がっている。

炭田はトロヤノヴォI、トロヤノヴォII（北）、トロヤノヴォIIIに分かれており、露天掘で掘削されたリグナイトは、マリツア・イースト発電所群に供給される。



図V-1 マリツア・イースト地区位置図

### 3. 発電用炭

国営電力が所有する7ヶ所の火力発電所のうち、マリツア・イースト第1～第3およびマリツア第3を含む4発電所はリグナイト（発熱量約1400Kcal/kg）を主として使用、ボボブドール発電所は亜瀝青炭（褐炭）（発熱量約2500Kcal/kg）を主として使用している。

国内炭だけでは足りないため、北東部にあるバルナおよびルッセの2発電所は輸入炭専用の発電所となっている。

輸入炭はウクライナ炭（発熱量5500～6200Kcal/kg）で、全発電用炭の約20%程度を占める。

表V-2

1993年 発電用燃料種別割合（NEK）

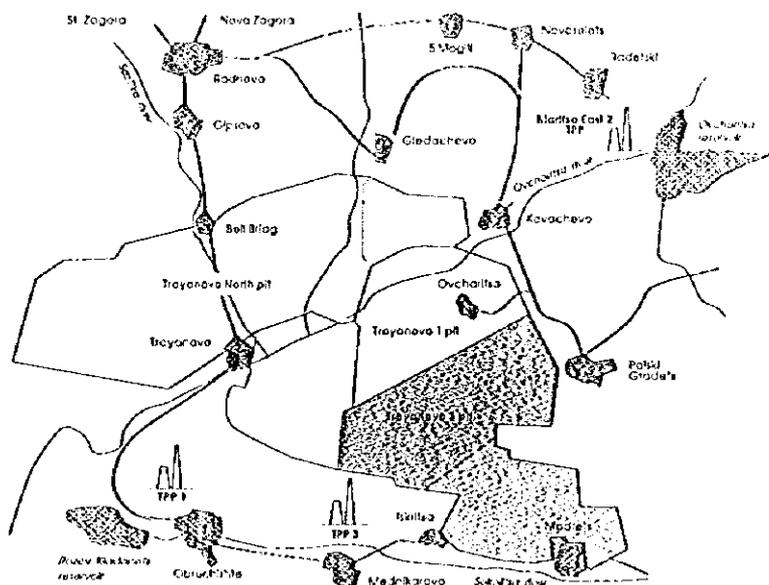
種 別	比 率 (%)
リグナイト	61.09
亜瀝青炭	14.21
輸 入 炭	20.69
天 然 ガ ス	1.01
計	100.00

（註）天然ガスは、バルナ発電所で使用

### 4. トロヤノヴォ炭田（写真-27、28参照）

トロヤノヴォ炭田は、スターラ・ザゴラ市の東南方約40km付近にあり、幅約10km、長さ約30kmで、北西から南東方向に広がっている。

炭田はトロヤノヴォⅠ、トロヤノヴォⅡ（北）、トロヤノヴォⅢに分かれており、露天掘で掘削されたリグナイトは、マリツア・イースト発電所群に供給される。



図V-1 マリツア・イースト地区位置図



リグナイトの輸送ルートは、次のとおりである。

トロヤノヴォⅠ炭田リグナイト — (貨車) →マリツア・イースト第1発電所

トロヤノヴォⅡ炭田リグナイト — (貨車) →マリツア・イースト第2発電所

(ソフィア地区炭田瀝青炭) — (貨車) — ↑

トロヤノヴォⅢ炭田リグナイト — (ベルト・コンベア) →マリツア・イースト第3発電所

なお、マリツア・イースト第1発電所用のリグナイトは、1998年以降は、トロヤノヴォⅡ(北)炭田から供給される見通しである。

(トロヤノヴォ炭田は近い将来トロヤノヴォⅠとⅡをまとめて北地区、トロヤノヴォⅢを南地区炭田と呼ぶこととなる。)

露天掘では大型スクレーパーを用いて、表土を取除き、厚さ数十mの炭層を掘り、石炭はそのままベルト・コンベアに乗せて運び、電気機関車が牽引する貨車に積込まれる。途中に選炭場などは無い。

(マリツア・イースト第3発電所の場合は直送)

リグナイトは一見、石炭というよりは黒褐色の木片に近く、脆く、砕け易い感じがする。性状は平均的にみて、水分55%・灰分15%・発熱量1400Kcal/kg程度(低位発熱量)、硫黄分は2~6%程度で、一般の石炭にくらべ非常に低品質である。

また、石炭中に粘土が混じっているため、湿分が多いとベタベタするため運搬中のトラブルの原因となり易いそうである。

なお、リグナイトの価格は現在、トロヤノヴォⅢの場合、200~220レバ/トン(310~340円/トン)程度である。



## VI. 第 1 發電所設備調查



## VI. 第1発電所設備調査

### 1. 設備概要 (図VI-1 概略レイアウト及びユニット構成図参照)

#### (1) 1～4号機 (1960～1962年運開)

- ・210t/hボイラ6基および共通蒸気ヘッダーと、これに繋がる50MWのタービン発電機4基およびタービン抽気による蒸気供給設備 (ブリケット工場用 5～9 kg/cm<sup>2</sup>, 210 °C, 450t/hおよび地域暖房用 2.3～3 kg/cm<sup>2</sup> 60t/h程度) である。
- ・主要設備は全て旧ソ連製である。但し電気集じん装置は旧東ドイツ製である。

1) ボイラ (自然循環形)	蒸発量 蒸気温度 蒸気圧力	210t/h×6基 540 °C 140 kg/cm <sup>2</sup> g
2) タービン発電機		50MW × 4基
3) 石炭乾燥設備		円筒キルン式
4) 燃料		マリツァ・イースト地区の炭鉱で産出されるリグナイト (カロリー約 1,400kcal/kg, 灰分約35%, 水分約55%, S分2～4%)
5) 煙突		153 m×1本 (コンクリート製) (写真-6参照)

#### (2) 5～6号機 (1964年以降運開)

- ・150MW ボイラ・タービン発電機設備2基 (ボイラ210t/h×4基とタービン発電機150MW×2基) である。
- ・主要設備はやはり旧ソ連製である。

以上の内、1～4号機は現在稼働中であり、5～6号機は廃止され、1995年2月終了予定で現在撤去中である (写真-10参照)。

#### (3) 石炭乾燥設備

- ・当発電所の受け入れ炭は水分55%程度のリグナイトであり、当該発電所のボイラ設備ではそのまま焚くことが不可能 (ミルシステムで乾燥工程を兼ねることが出来ない) ため、水分を10%程度まで落とすためのリグナイト乾燥設備を併設している (写真-7参照)。
- ・この設備は、排ガス温度が10°C程度と低いため、電気集じん装置が設置出来ず、サイクロン式集じん装置のみであるため、排出ばいじんが多く、発電設備からの排ガスと合せて大きな環境問題となっている (写真-8参照)。

#### (4) 流動床ボイラ (テストプラント)

1～4号機煙突のそばにバブリング式流動床ボイラを、研究及び技術習得のために、独自の技術で開発・製作・設置している。1994年夏までで研究は終了している (写真-9参照)。

## 2. 稼働経緯および実績

### (1) 1～4号機

1960～1962年に運転を開始し、約34～32年経過しているが、現在も運転稼働中である。運開～1994年10月までの累計運転時間はボイラ：19～21万時間、タービン発電機：24～25万時間と長時間運転となっている。また、累計起動停止回数もボイラ：600～950回、タービン・発電機：360～450回となっている。

ブリケット工場及び近隣地域に蒸気、熱水を供給する必要があるため運転時間が多くなっている。今後も蒸気の供給が続く限り運転する必要がある。

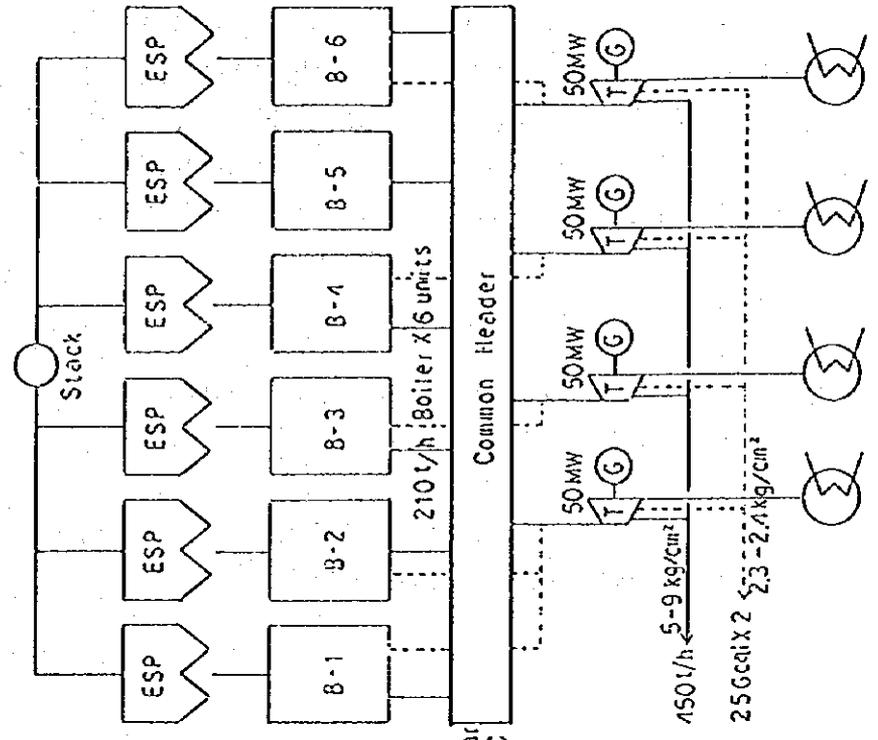
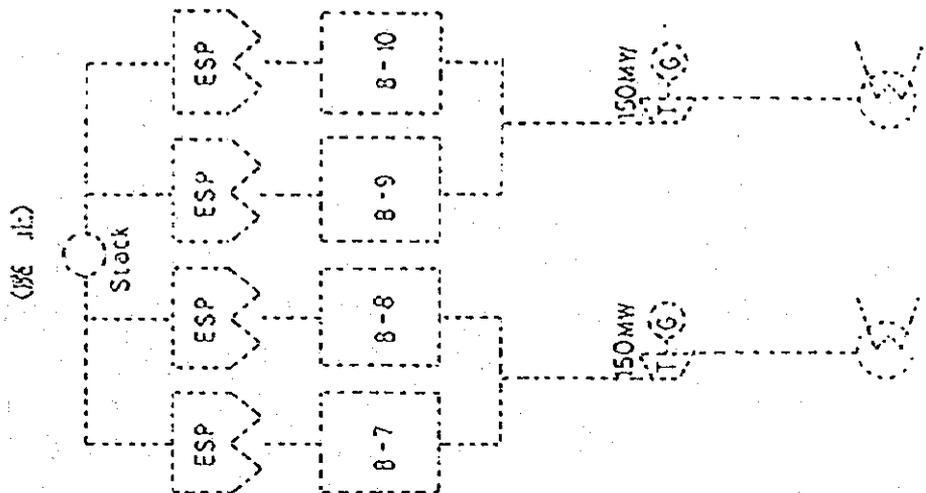
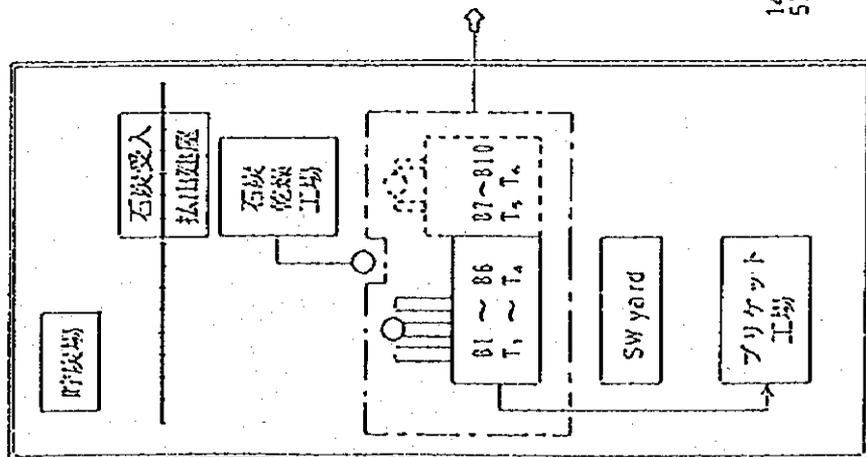
表VI-1 第1発電所 累積運転時間及び起動回数（運開～1994.10）

発電設備		運転時間(Hr)	起動回数(回)
ボ イ ラ	Na 1	210,129	916
	Na 2	199,108	601
	Na 3	197,318	840
	Na 4	195,858	950
	Na 5	190,472	795
	Na 6	197,135	819
共通ヘッダー		288,812	19
タ ー ビ ン 発 電 機	Na 1	253,189	361
	Na 2	252,546	391
	Na 3	250,453	383
	Na 4	239,069	452

### (2) 5～6号機

1964年以降運転を開始したが、他への蒸気供給なしの電力ピーク対応用であったため、タービン発電機の起動回数が極端に多くなり（運転時間16万時間程度に対し、500～550回の起動停止）、又初期に設計温度530℃に対し560～565℃で運転し、併せて頻繁な起動停止を繰返したため、ボイラ、タービン、主要配管の金属疲労が進行し、余寿命が殆どなくなってしまう。このほか、電気集じん装置の老朽化で使用不能となったこと等の事情により、1991年に運転を停止、現在撤去工事中である。

尚、使用可能な部品はマリツァ・イースト第2発電所のスペアパーツとして流用している。



( To Briquet Factory ) ⇔ 150 t/h 5-9 kg/cm<sup>2</sup>  
 ( To District Heating ) ⇔ 256cc/h X 2 2.3-2.4 kg/cm<sup>2</sup>

図-VI-1 マリツア・イースト第1発電所  
概略レイアウト及びユニット構成図